

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-179206

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

---

(51)Int.Cl. G02B 15/16  
G02B 13/18

---

(21)Application number : 06-317096 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC  
IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.12.1994 (72)Inventor : ARAI AKIHIRO  
OKAYAMA HIROAKI  
ONO SHUSUKE  
II TOSHIYUKI

---

(54) ZOOM LENS AND VIDEO CAMERA USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the zooming ratio viewing angle and aperture ratio in spite of being a small lens by specifying the refractive power of each lens group so as to satisfy a specified conditional expression.

CONSTITUTION: This zoom lens is provided in order from the object side with a first lens group G1 having positive refractive power and fixed to a reference image position a second lens group G2 having negative refractive power and power varying action by moving on the optical axis an aperture diaphragm third lens group G3 fixed to a reference image position and having light converging action and positive refractive power and a fourth lens group G4 moving on the optical axis so that an image plane fluctuates by the movement of the second

lens group G2 and the object is held at a fixed position from the reference image position and having positive refractive power. By representing the focal distance of  $i$ th lens group by  $f_i$  ( $i=1$  to 4) the distance from the final surface of a lens to the image plane when the image space is filled with air by BF and the focal distances of the third lens group G3 for d line c line and F line of spectrum by  $f_{3d}$ ,  $f_{3c}$  and  $f_{3F}$  respectively the expressions are satisfied.

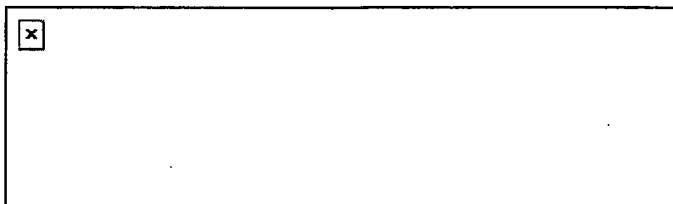
---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens group that had positive refracting power and was fixed from the object side to an image surface position of a standard in order. The 2nd lens group that has a variable power operation by moving with negative refracting power in an optic-axis top. An aperture diaphragm. The 3rd lens group with positive refracting power which is fixed to an image surface position of a standard and has a condensing operation. The 4th lens group with positive refracting power which moves in an optic-axis top so that a fixed position may be maintained for the image surface changed by movement of said 2nd lens group and movement of an object from an image surface position of a standard is provided. When  $f_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ) is made into a focal distance of distance from a lens final surface in case image space is air about a focal distance of said  $i$ -th lens group and BF to the image surface,  $f_{3d}$ ,  $f_{3c}$  and the 3rd lens group [ in / respectively / for  $f_{3F}$  / d line c line and an F line of a spectrum ] [Equation 1]



the zoom lens which carries out each satisfaction.

[Claim 2] The zoom lens according to claim 1 with which said 3rd lens group

comprised a single lens whose 1st [ at least ] page is an aspheric surface using high distribution glass whose Abbe number is smaller than 35.

[Claim 3]The zoom lens according to claim 1 whose at least 1st of each fields of these two lenses it is constituted by two lenses which comprise a convex lens characterized by comprising the following using glassand is an aspheric surface. Said 3rd lens group is a concave lens.

It is an Abbe number smaller than this concave lens relatively.

[Claim 4]The zoom lens according to claim 2 or 3 with which said 2nd lens group and said 4th lens group have a page [ 1st / at least ] aspheric surface respectively.

[Claim 5]A video camera comprising:

A zoom lens indicated from Claim 1 to either of 4.

A color separation optical system.

An image sensor.

A signal processing parta signal recording partand an image display.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]The zoom ratio of this invention is largeand the back focus used for 3 board type video camera etc. is related with a zoom lens with the long characteristic.

[0002]

[Description of the Prior Art]Wide-field-angle-izing and high magnification-ization of the zoom ratio are demanded of after small size and the formation of a large caliber ratio also from the zoom lens with much more miniaturization of a video

camera and high-definition-izing. The composition of the zoom lens shown in Tokuganhei6-138631 is shown in drawing 22 for example as an example which achieved the miniaturization of the zoom lens for 3 board type video cameras advantageous to high-definition-izing and highly efficient-ization.

[0003] As shown in drawing 22 the conventional zoom lens The glass plate 26 grade equivalent to light path length such as the 1st lens group 21 the 2nd lens group 22 the 3rd lens group 23 the 4th lens group 24 the glass plate 25 equivalent to the light path length of a color separation optical system a crystal filter and a faceplate of an image sensor is provided. 27 is the image surface. The 1st lens group 21 is a fixed lens group which has positive refracting power and has an image formation operation. The 2nd lens group 22 has negative refracting power and is movable in an optic-axis top. The 3rd lens group 23 is a fixed lens group which comprises an aspheric surface lens with positive refracting power. The 4th lens group 24 is a lens group with positive refracting power including an aspheric surface and is movable in an optic-axis top.

[0004] Next operation of the conventional zoom lens for video cameras constituted as mentioned above is explained. The 1st lens group 21 has an image formation operation. By moving in an optic-axis top the 2nd lens group 22 changes the relay magnification of the image which the 1st lens group forms and performs variable power. The 3rd lens group 23 has the operation which relays the virtual image produced by the 2nd lens group 22. By having an image formation operation and moving in an optic-axis top the 4th lens group 24 has the operation which amends the focal operation according to change of the object position and change of the image surface position at the time of variable power and maintains the image surface 27 at a fixed position.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However in the above-mentioned conventional zoom lens a zoom ratio is only about 10 times the field angle of this before and after 60 total field angles in a wide angle end. Therefore it had the problem that the demand of wide-field-angle-izing and high-magnification-izing of

a zoom ratio to the zoom lens for video cameras in recent years could not be met any longer. When it tried to have attained raise in a field angle and high magnification-ization of the zoom ratio with the designing method of the conventional zoom lens it had the problem that the whole lens was enlarged or lens constitution was complicated.

[0006] This invention is made in order to solve the problem of the above conventional examples and it is a thing.

The purpose is to provide the highly efficient zoom lens with a long back focus which can insert a color separation optical system required for 3 board type video camera etc. and the video camera using it which comprised lens number of sheets comparable as a conventional example having about 67 field angles and about 14 times as many zoom ratios.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose a zoom lens of this invention The 1st lens group that had positive refracting power and was fixed from the object side to an image surface position of a standard in order The 2nd lens group that has a variable power operation by moving with negative refracting power in an optic-axis top An aperture diaphragm the 3rd lens group with positive refracting power which is fixed to an image surface position of a standard and has a condensing operation The 4th lens group with positive refracting power which moves in an optic-axis top so that a fixed position may be maintained for the image surface changed by movement of said 2nd lens group and movement of an object from an image surface position of a standard is provided The above (several 1) is satisfied as a focal distance of distance from a lens final surface in case image space is air about a focal distance of said i-th lens group and  $BF$  in  $f_i$  ( $i=1,2,3,4$ ) to the image surface  $f_3$  and the 3rd lens group [ in / respectively / for  $f_3$  /  $d$  line C line and an F line of a spectrum ].

[0008] As for said 3rd lens group in the above-mentioned composition it is preferred that the 1st [ at least ] page comprised a single lens which is an

aspheric surface using high distribution glass whose Abbe number is smaller than 35.

[0009] Or in the above-mentioned composition said 3rd lens group is constituted by two lenses which comprise a concave lens and a convex lens using glass which has an Abbe number smaller than this concave lens relatively and it is preferred that the at least 1st of each fields of these two lenses is an aspheric surface.

[0010] As for said 2nd lens group and said 4th lens group in each above-mentioned composition it is preferred to have a [ 1st / at least ] aspheric surface respectively.

[0011] On the other hand a video camera of this invention is provided with the following.

A zoom lens which has either of each above-mentioned composition.

Color separation optical system.

Image sensor.

A signal processing part a signal recording part and an image display.

[0012]

[Function] Since it has specified that it fills a conditional expression [ in / for the refracting power of each lens group / the above (several 1) ] (1)(2)(3) and (4) according to the zoom lens of this invention constituted as mentioned above. Though it is small high-magnification-izing of a zoom ratio wide-field-angle-izing and large caliber ratio-ization (make the f number small) are attained. The 3rd lens group is used as the single lens using the glass whose Abbe number is 35 or less. Or since the 3rd lens group is constituted from two lenses and it was made to fill said conditional expression (5) respectively it becomes possible to amend the chromatic aberration of magnification which remains without the ability of the influence of high-magnification-izing of a zoom ratio to amend by the 1st and 2nd lens groups by the 4th lens group. As a result the video camera using the highly efficient long zoom lens and it of the back focus which can insert a

color separation optical system required for 3 board type video camera etc. which comprised lens number of sheets comparable as a conventional example is realizable.

[0013] Said conditional expression (1) specifies the ratio of the refracting power of the 1st lens group and the 2nd lens group. This is conditions required in order not to make difficult aberration compensation which let the whole system pass for the purpose of wide-field-angle-izing of a wide angle end and the miniaturization of the whole lens securing 14 times which is a required zoom ratio. If a maximum is exceeded it will become difficult for the refracting power of the 2nd lens group that has negative refracting power to become strong too much and to make the PETTSU bar sum of the whole system small. If a minimum is exceeded the movable regions of the 2nd lens group will become narrow and reservation of a zoom ratio will become difficult.

[0014] Said conditional expression (2) specifies the refracting power of the 1st lens group. This is conditions required to shorten whole length of the lens securing the required  $f$  number when the focal distance  $f_4$  of the 4th lens group that is an image formation lens is decided based on said conditional expression (4). If a maximum is exceeded whole length of the lens will become long in vain. When a minimum is exceeded it becomes impossible to secure the required  $f$  number.

[0015] Said conditional expression (3) specifies the refracting power of the 3rd lens group. This is conditions required to perform good aberration compensation securing a required back focus. Since the lens system through the 1st, 2nd and 3rd lens groups will turn into an emission system if a maximum is exceeded the effective diameter of the 4th lens group must be enlarged. If a minimum is exceeded the convergence degree of the light flux emitted from the 3rd lens group becomes large in order to secure a required back focus the refracting power of the negative lens of the 4th lens group must be made to increase and it will become difficult to make the PETTSU bar sum of the whole system small.

[0016] Said conditional expression (4) specifies the focal distance of the 4th lens group by the length of a back focus to need. If a maximum is exceeded the refracting power of the negative lens of the 4th lens group must be increased and it will become difficult to make the PETTSU bar sum small. When a minimum is exceeded whole length of the lens is made to increase in vain conjointly with said conditional expression (1)(2) and (3).

[0017] The lens group which generally moves greatly at the time of variable power is difficult to amend a chromatic aberration thoroughly for every lens group although the chromatic aberration needs to be amended by the lens group simple substance. therefore the axis which remains in the 1st lens group in a tele edge -- a top tone -- aberration is expanded by the 2nd lens group that is variable power parts. In the middle variable power area of a tele edge and a wide angle ends since light flux passes along the periphery of the 1st and 2nd lens groups the chromatic aberration of magnification will remain. if a large zoom ratio is taken -- the axis in a tele edge -- a top tone -- having to amend aberration synthetically by the 1st and 2nd lens groups the chromatic aberration of magnification becomes difficult [ it / to fully amend ] by these lens groups. In such a case it is possible to arrange a lens group so that light flux may pass through the place distant from the optic axis of the lens group which is generally in an opposite hand to an aperture diaphragm. That is it is fully extending the interval of the 3rd lens group and the 4th lens group. If it does so the 4th lens group will need a bigger effective diameter and will check the miniaturization of a zoom lens. So in the zoom lens of this invention the interval of the 3rd lens group and the 4th lens group adopted the method of negating the chromatic aberration of magnification produced in the 1st and 2nd lens groups located in an opposite hand on both sides of a diaphragm by not extending but taking out a divergence chromatic aberration with the 4th lens group. Here the chromatic aberration of the same character as the chromatic aberration produced in a concave lens simple substance i.e. the character which the direction of the light of short wavelength emits further by refraction is meant as a divergence chromatic aberration.



[0018]The single lens using the high distribution glass whose Abbe number is 35 or less constitutes the 3rd lens group located near a diaphragm position so that said conditional expression (5) may be filledOr by constituting the 3rd lens group from two lenses so that said conditional expression (5) may be filledthe \*\* to which the chromatic aberration of magnification is not changed to the light flux emitted from the 3rd lens group -- a convergent axis -- a top tone -- the divergence axis which can give aberration and is generated in the 4th lens group -- a top tone -- aberration is negated and it becomes possible to amend the chromatic aberration of magnification synthetically. here -- a convergent axis -- a top tone -- the axis of the character as the chromatic aberration produced in a convex lens simple substance in which aberration is the samei.e.the character which the direction of the light of short wavelength converges further by refraction-- a top tone -- aberration is meant. what two lenses are used for in the case of the latter -- the same quantity of a convergent axis -- a top tone -- in order to give aberrationthe kind of glass which can be used increases and the degree of option spreads on the restriction and aberration compensation about the material on the processing method of an aspheric surface.

[0019]

[Example]It explains in detailreferring to Drawings and a table for the 1st to 5th suitable working example of the zoom lens of this invention hereafter. The 1st working example is an example which constituted the 3rd lens group with the single lens using the high distribution glass whose Abbe number is 35 or less. The 2nd to 5th working example is an example which constituted the 3rd lens group from two lenses.

[0020](The 1st working example) The composition of the 1st working example of the zoom lens of this invention is shown in drawing 1. The 1st lens group fixed in drawing 1 to the image surface position of a refraction strong-man standard positive in G1G2 has negative refracting power and the 2nd movable lens group and S an optic-axis top An aperture diaphragmG3 has the 3rd lens group fixed to

the image surface position of a standard with positive refracting power and refracting power positive in G4 and a faceplate and I of the 4th movable lens group and G5 are the image surfaces a color separation optical system and G6 about an optic-axis top. Herein the figure the color separation optical system G5 is shown as a glass plate equivalent to the light path length of the optical system although it is an optical system which divides light flux into red and the green and blue three primary colors. The glass plate of the light path length having contained the faceplate of the crystal filter and the image sensor etc. shows the faceplate G6.

[0021] Next the composition of each lens group, lens arrangement and operation of each lens group are explained. In drawing 1 the 1st lens group G1 is a lens group which is constituted by the three lenses G1a, G1b and G1c and has an image formation operation. The lens G1a is a concave meniscus lens which has the curvature radius  $r_1$ ,  $r_2$  and the main thickness  $d_1$ . The lens G1b is a convex lens which has the curvature radius  $r_2$ ,  $r_3$  and the main thickness  $d_2$ . The lens G1a and G1b are joined.  $d_3$  is the air spacing between the lens G1b and the lens G1c. The lens G1c is a convex meniscus lens which has the curvature radius  $r_4$ ,  $r_5$  and the main thickness  $d_4$ .

A convex is turned to the object side and it is arranged.

$d_5$  is the air spacing between the 1st lens group G1 and the 2nd lens group G2.

An interval changes at the time of variable power.

[0022] The 2nd lens group G2 is a lens group which has a variable power operation by being constituted by the three lenses G2a, G2b and G2c relaying the image formed of the 1st lens group G1 and moving in an optic-axis top. The lens G2a is a concave meniscus lens which has the curvature radius  $r_6$ ,  $r_7$  and the main thickness  $d_6$ .

The convex is turned to the 1st lens group side.

$d_7$  is the air spacing between the lens G2a and lens G2b. Lens G2b is an aspheric surface of the peak curvature radius  $r_8$  and a concave lens which has  $r_9$

and the main thickness  $d_8$ . The lens G2c is a convex lens which has the curvature radius  $r_9$  and the main thickness  $d_9$ . Lens G2b and the lens G2c are joined.  $r_{11}$  shows the field of the diaphragm S and is a flat surface.  $d_{10}$  extracts as the 2nd lens group G2 it is the air spacing between S and an interval changes at the time of variable power.  $d_{11}$  is the air spacing between the diaphragm S and 3rd lens group G3.

[0023] 3rd lens group G3 is a lens group which has the operation which relays the virtual image which single lens G3a is consisted of and is produced by the 1st and 2nd lens groups. Lens G3a has the peak curvature radius  $r_{12}$  two aspheric surfaces of  $r_{13}$  and main thickness  $d_{12}$ . When an Abbe number uses the glass of 25.4 for this lens the above convergent chromatic aberrations are generated and it is useful to amend the chromatic aberration of magnification synthetically.  $d_{13}$  is the air spacing between 3rd lens group G3 and the 4th lens group G4. An interval changes at the time of focusing operation and variable power.

[0024] The 4th lens group G4 comprises the three lenses G4a, G4b and G4c has an image formation operation and has the operation which moves in an optic-axis top at the time of the focusing operation to an object and variable power and maintains an image surface position at a fixed position. The lens G4a is a concave lens which has the curvature radius  $r_{14}$  and the main thickness  $d_{14}$ . The lens G4b is a convex lens which has an aspheric surface of the curvature radius  $r_{15}$  and the peak radius of curvature  $r_{16}$  and the main thickness  $d_{15}$ . The lens G4a and G4b are joined.  $d_{16}$  is the air spacing between the lens G4b and G4c. The lens G4c is a convex lens which has the curvature radius  $r_{17}$  and the main thickness  $d_{17}$ .  $d_{18}$  is the air spacing between the 4th lens group G4 and the color separation optical system G5.

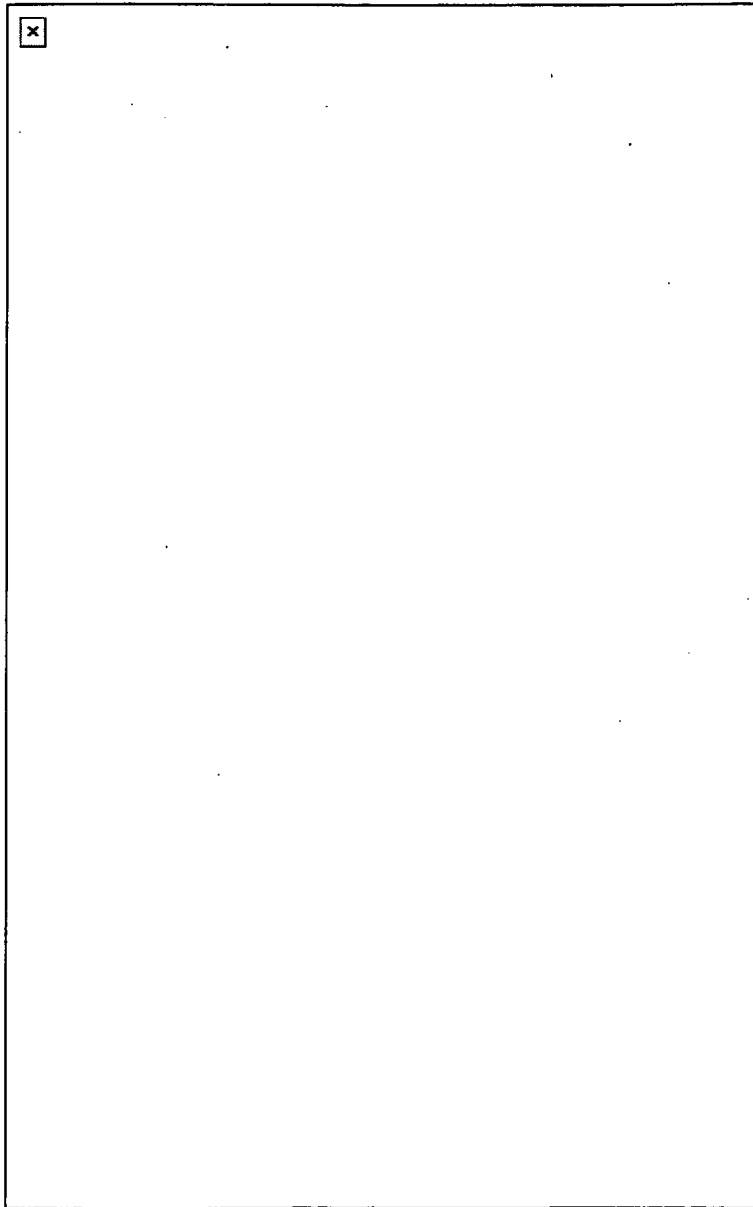
It changes with movement of the 4th lens group G4.

$r_{19}$  and  $r_{20}$  and  $r_{21}$  show each field of the color separation optical system G5 and the faceplate G6 and these are flat surfaces.  $d_{19}$  and  $d_{20}$  are the spacings of these glass plates G5 and G6.

[0025]Next about the 1st working example the concrete numerical example is shown in (Table 1).

[0026]

[Table 1]

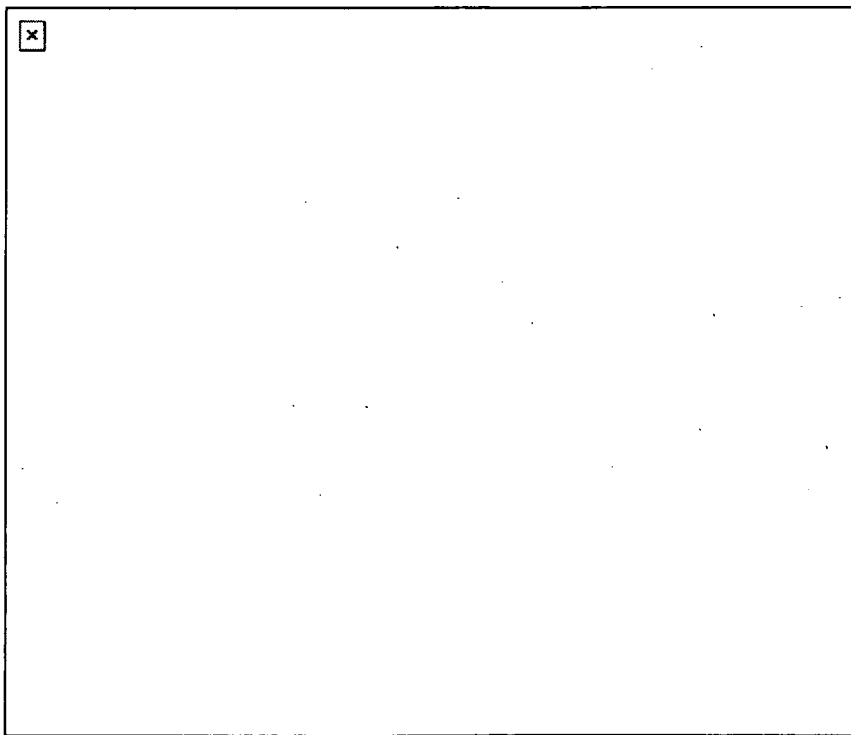


[0027]In (Table 1) it is a number which shows the lens groups from G1 to G6 which the number of the 1st row showed from the left to drawing 1 and several j of the 2nd row is a number of each field corresponding to the curvature radius  $r_j$  (from  $j = 1$  to 21) shown in the figure. A refractive index and  $n_u$  are an Abbe

number to d line of each lens. [ as opposed to / as opposed to / as opposed to /  
in r shown in the continuing sequence / a curvature radius / in d / a spacing / d  
line of the spectrum of each lens in n ] Aspherical surface shape is defined by the  
following (several 2)and shows the value of the cone constant about each  
aspheric surfaceand each aspheric surface coefficient in (Table 2). In (Table  
2)the number of the 1st row is a surface number item of the aspheric surface  
corresponding to the surface number item of (Table 1) from the left.

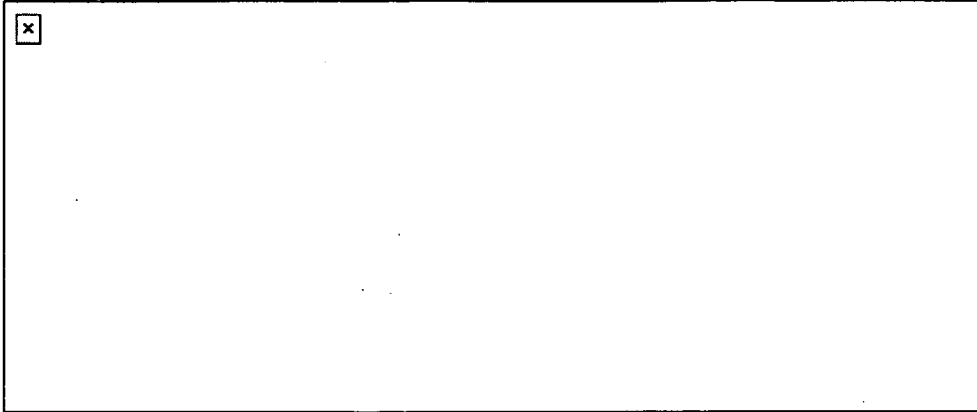
[0028]

[Equation 2]



[0029]

[Table 2]

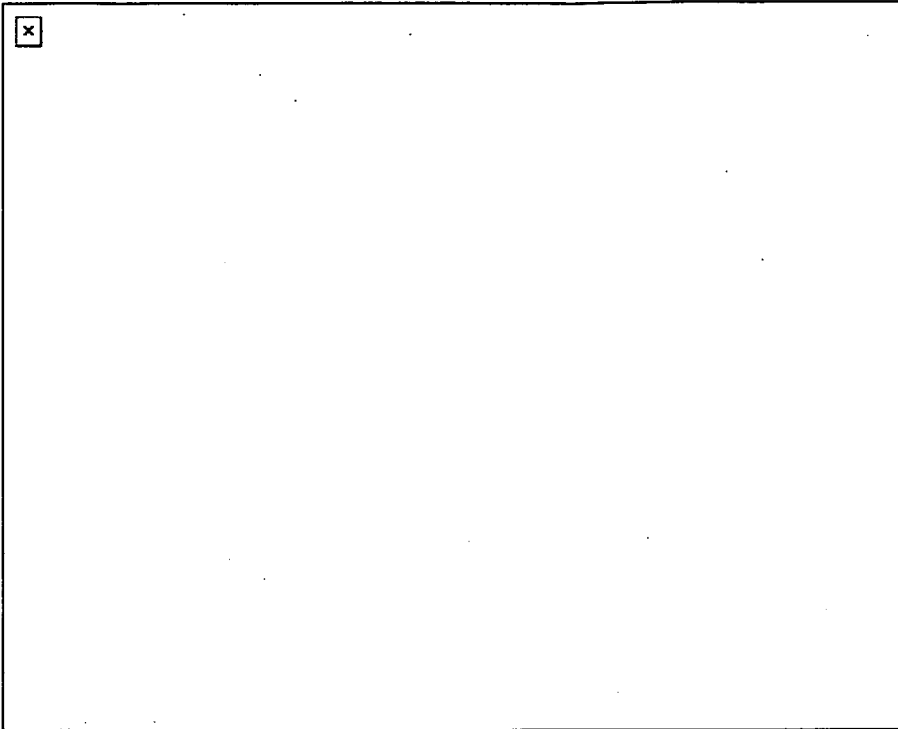


[0030] Next the spacing which changes with movement of the 2nd lens group G2 at the time of variable power and movements of the 4th lens group G4 accompanying it is explained. In drawing 1 the curve shown in the lower part of each lens group expresses the locus of each lens group when carrying out variable power from a wide angle end to a tele edge. The 1st and 3rd lens groups G1 and G3 are fixed and after that 3rd lens group G3 is approached with movement of the 2nd lens group G2 at first and the 4th lens group G4 is left again and goes.

[0031] What calculated the concrete numerical value of these spacings that change at the time of variable power the focal distance of a zoom lens the f number and a half-field angle about the wide angle end the standard and the tele edge about the object position of 2 m is shown in (Table 3). 1.65 obtains the f number as for a zoom ratio 13.8 is obtained and as for the field angle 67.1 degrees is obtained with the total field angle so that clearly from (Table 3). The standard said here means the position of the 2nd lens group that becomes one 1 time the relay magnification of the image by the 2nd lens group of this.

[0032]

[Table 3]



[0033]The composition of (the 2nd working example)next the 2nd suitable working example of the zoom lens of this invention is shown in drawing 2. Explanation of the portion which is common in the 1st working example of the above is omittedand the composition is explained only about a different point from the 1st working example. each working example of all shown below about the operation -- since it is the same as that of the 1st working exampleexplanation is omitted.

[0034]In drawing 23rd lens group G3 comprises concave lens G3a which used the glass of Abbe number 55.2and convex lens G3b using the glass of Abbe number 35.9 sequentially from the diaphragm S sidehas positive refracting powerand has the operation which generates a convergent chromatic aberration by which the above-mentioned conditions (5) are fulfilled. Concave lens G3a is a concave meniscus lens which has an aspheric surface of the peak curvature radius  $r_{12}$ the curvature radius  $r_{13}$ and the main thickness  $d_{12}$ .

The convex is turned to the diaphragm S side.

Convex lens G3b has the curvature radius  $r_{13}$  $r_{14}$ and the main thickness  $d_{13}$ .

These two lens G3a and G3b are joined. d14 is the air spacing between 3rd lens group G3 and the 4th lens group G4.

It changes like the 1st above-mentioned working example at the time of variable power and focusing operation.

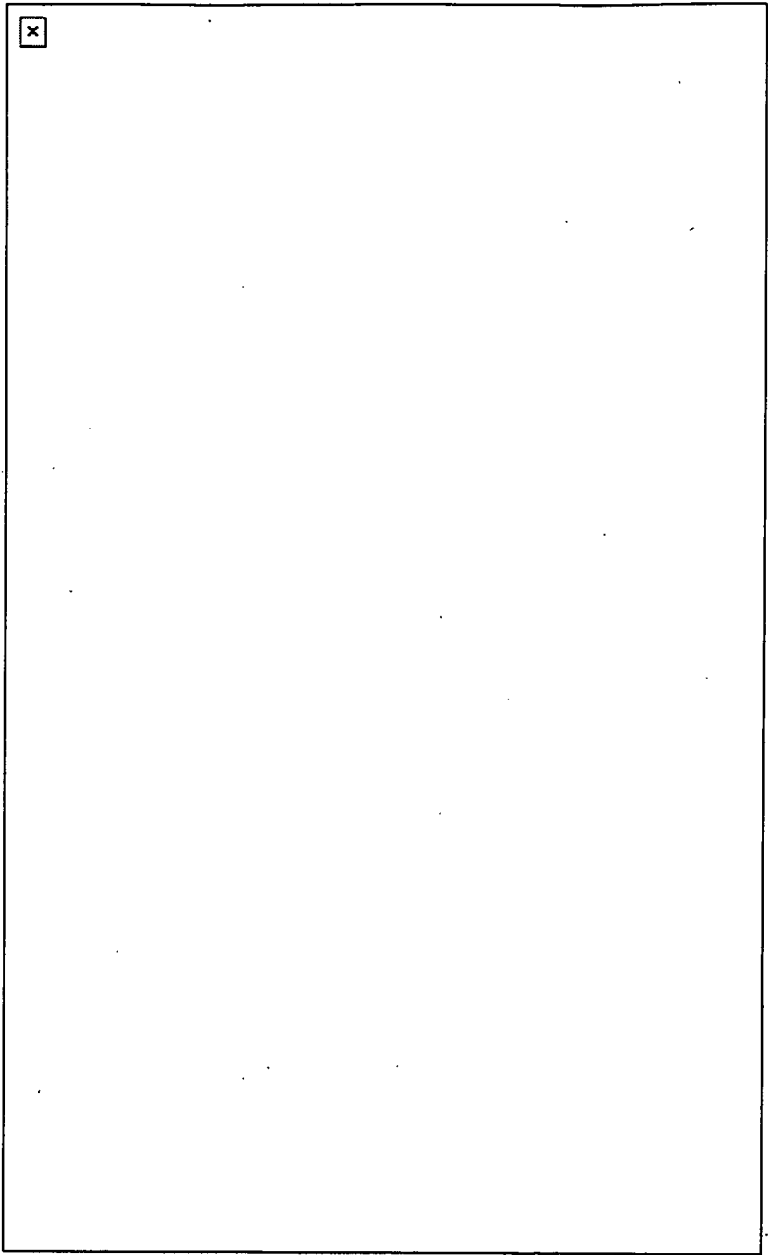
In drawing 2 although the composition of the 4th lens group G4 is the same as that of the 1st working example the surface number item of each field is shifted every [ 1 ].

[0035] An aspheric surface coefficient is shown for lens constitution in (Table 4) in the same form as the above-mentioned ((Table 1 and 2)) about the concrete numerical value of the 2nd working example in (Table 5). The interval etc. which change at the time of variable power are shown in (Table 6) in the same form as the above-mentioned (table 3).

[0036]

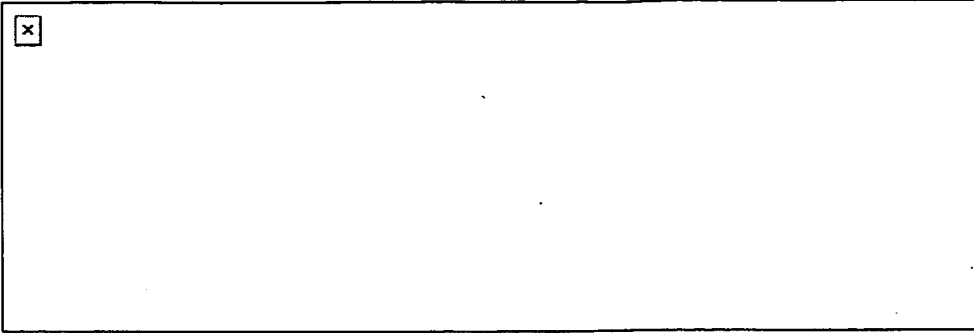
[Table 4]





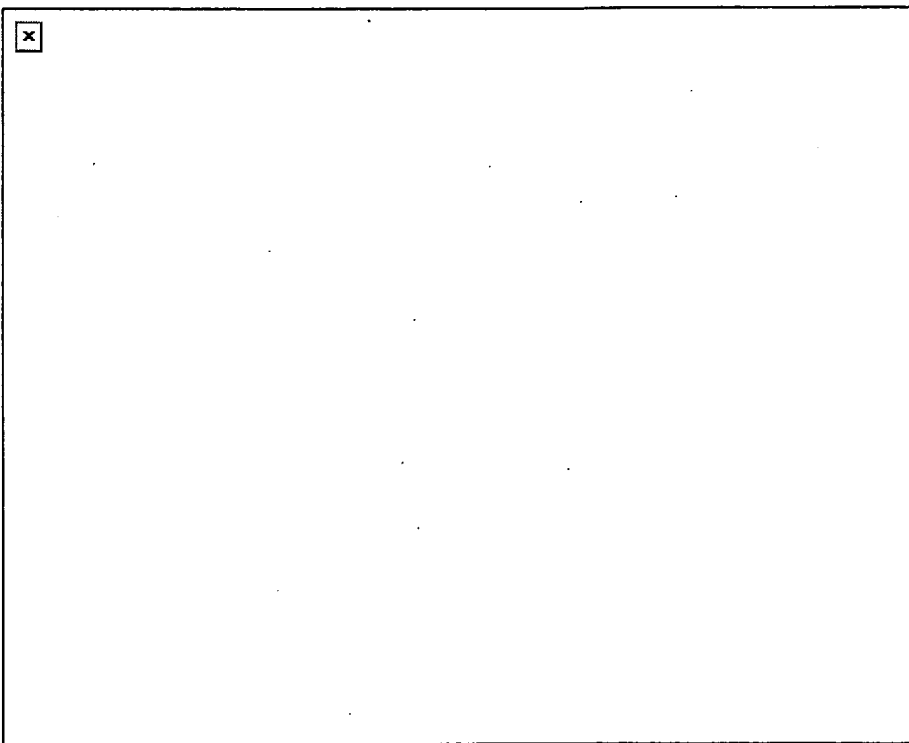
[0037]

[Table 5]



[0038]

[Table 6]

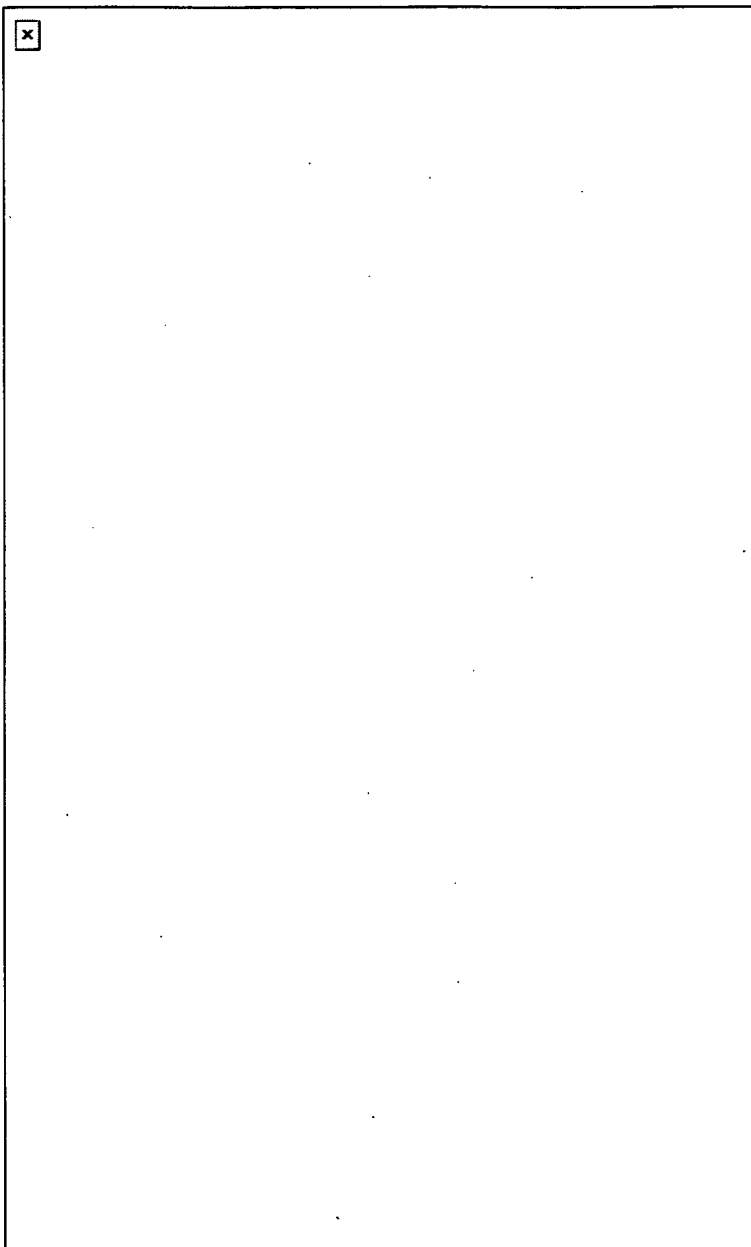


[0039]The composition of (the 3rd working example)next the 3rd suitable working example of the zoom lens of this invention is shown in drawing 3. Since the composition of the 3rd working example shown in drawing 3 is the almost same composition as the 2nd working example of the aboveit omits the explanation. The concrete numerical value of the 3rd working example is shown in (((Table 7and 9))). Each of these tables show respectively lens constitutionan aspheric surface coefficientthe interval that changes at the time of variable poweretc. like

the 2nd working example of the above.

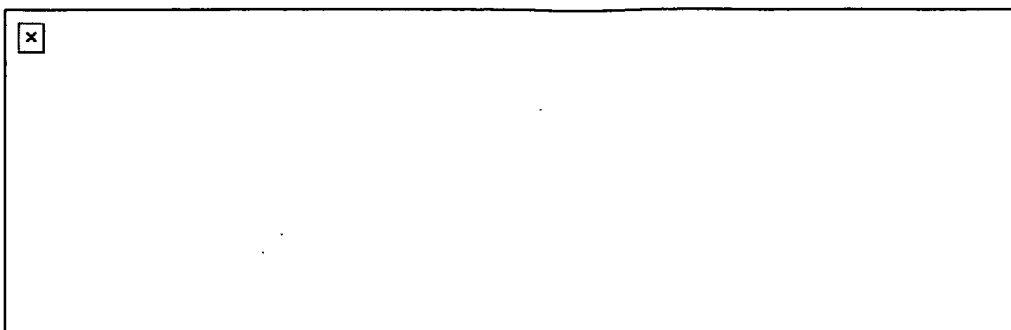
[0040]

[Table 7]



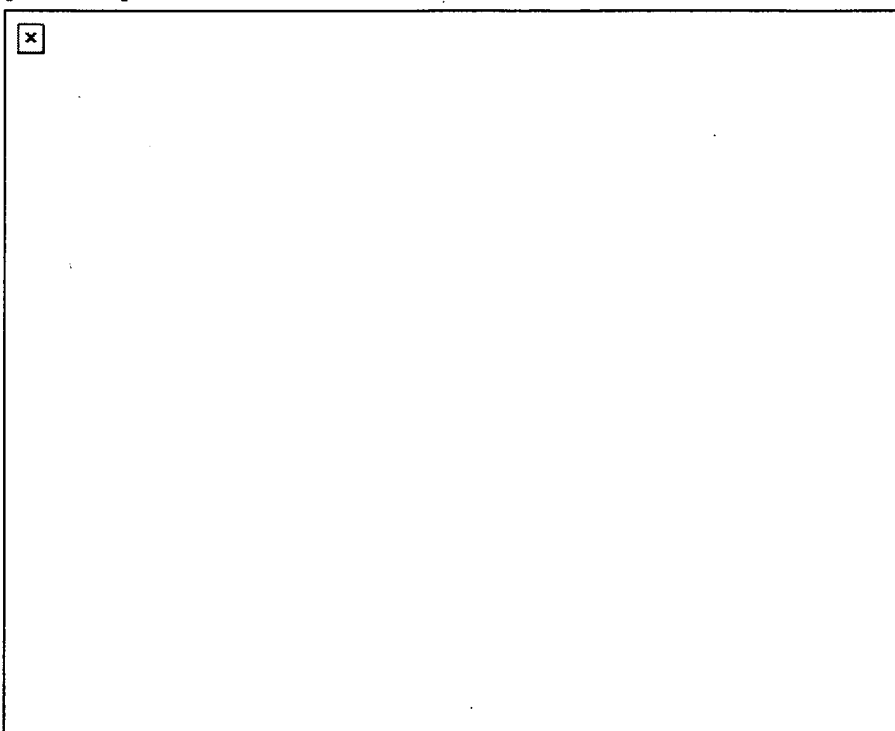
[0041]

[Table 8]



[0042]

[Table 9]



[0043](The 4th working example)next the 4th suitable working example of the zoom lens of this invention are shown in drawing 4. The explanation is omitted about the portion which is common in the composition of the 2nd working example of the aboveand the composition is explained only about a different portion.

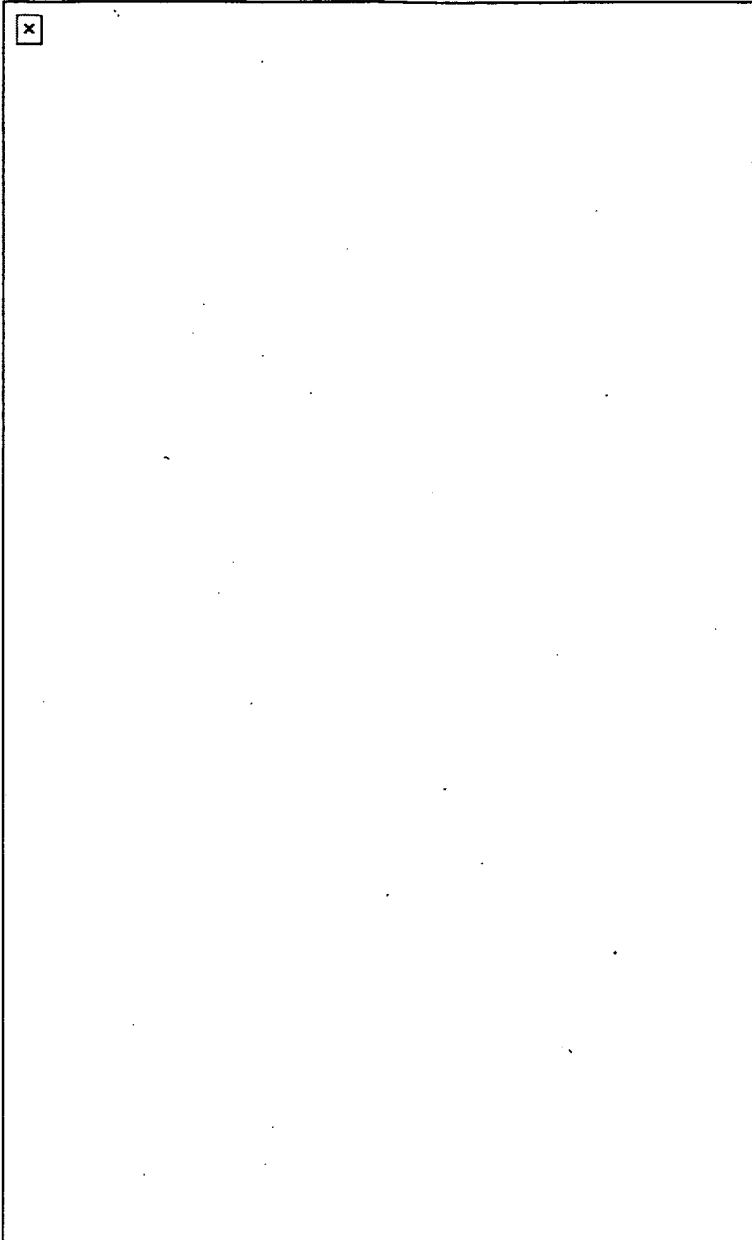
[0044]In drawing 43rd lens group G3 comprises convex lens G3a which used the glass of Abbe number 34.0and concave lens G3b using the glass of Abbe number 55.5 sequentially from the diaphragm S sidehas positive refracting

power and generates the same convergent chromatic aberration as the above-mentioned. Convex lens G3a has an aspheric surface of the peak curvature radius  $r_{12}$  the curvature radius  $r_{13}$  and the main thickness  $d_{12}$ . Concave lens G3b has the curvature radius  $r_{13}$   $r_{14}$  and the main thickness  $d_{13}$ . These two lenses G3a and G3b are joined.

[0045] The concrete numerical value of the 4th working example is shown in. (((Table 10, 11 and 12))). Each of these tables shows respectively lens constitution, an aspheric surface coefficient, the interval that changes at the time of variable power, etc., like the 2nd working example of the above.

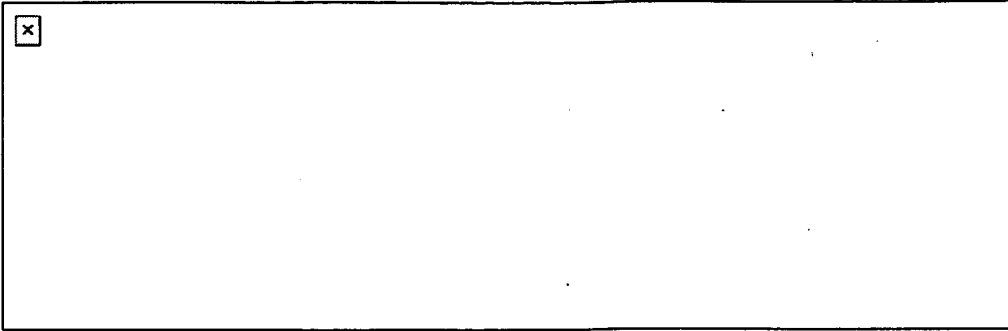
[0046]

[Table 10]



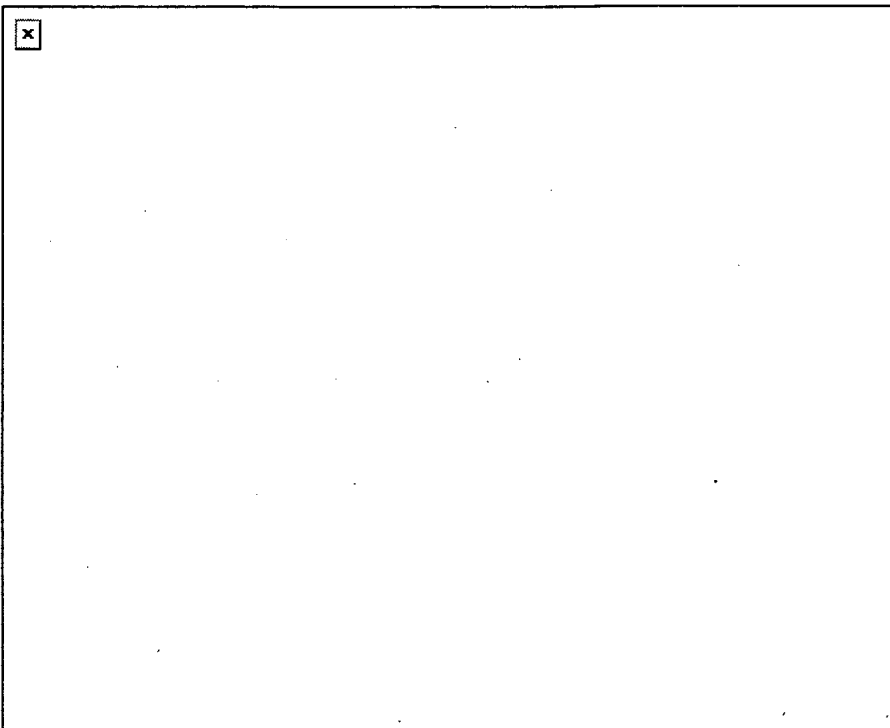
[0047]

[Table 11]



[0048]

[Table 12]



[0049](The 5th working example)next the 5th suitable working example of the zoom lens of this invention are shown in drawing 5. The explanation is omitted about the portion which is common in the composition of the 2nd working example of the aboveand the composition is explained only about a different portion.

[0050]Concave lens G3a for which 3rd lens group G3 used the glass of Abbe number 55.2 sequentially from the diaphragm S side in drawing 5It differs from the 2nd working example in that comprise convex lens G3b using the glass of

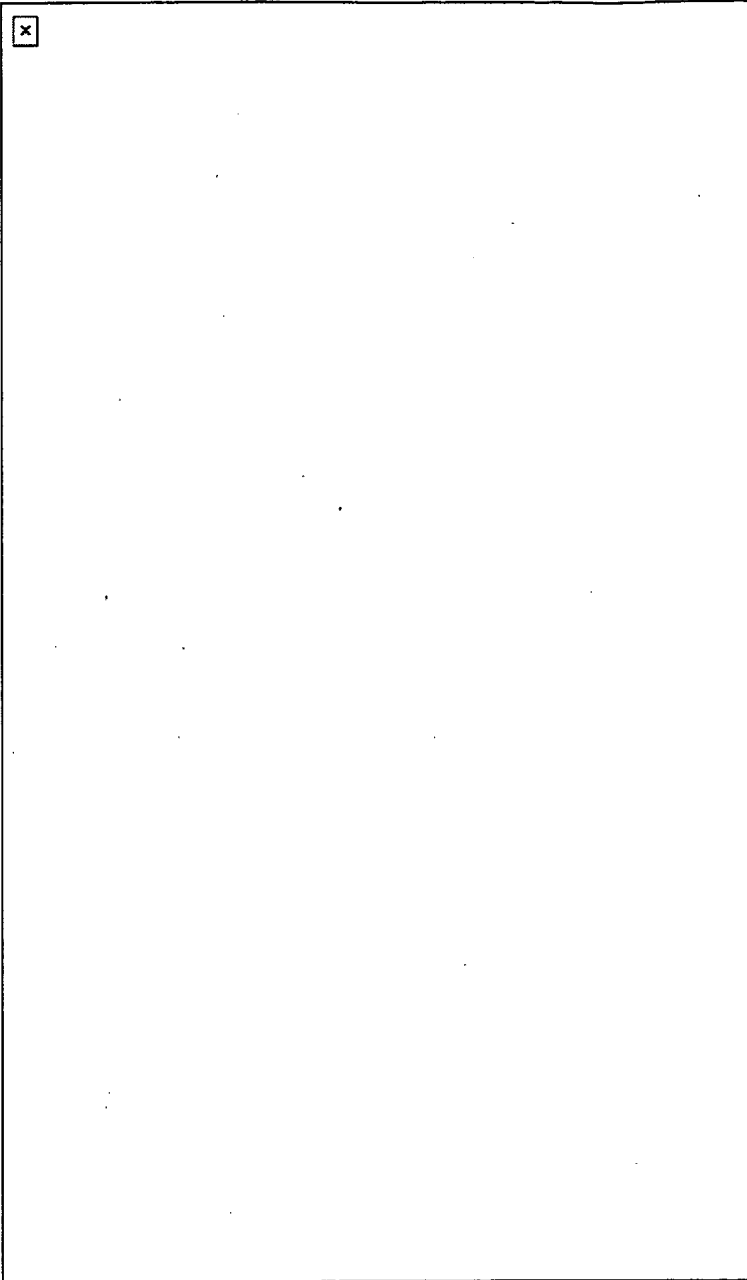
Abbe number 35.9 and these two lens G3a and G3b separate air spacing and are constituted. Concave lens G3a has an aspheric surface of the peak curvature radius  $r_{12}$  the curvature radius  $r_{13}$  and the main thickness  $d_{12}$ .  $d_{13}$  is the air spacing of lens G3a and G3b. Convex lens G3b has the curvature radius  $r_{14}$   $r_{15}$  and the main thickness  $d_{14}$ .  $d_{15}$  is the air spacing between 3rd lens group G3 and the 4th lens group G4 and the composition which reaches the image formation face I is the same as that of the 2nd working example after this. Every one number of each field is increasing in drawing 5.

[0051] The concrete numerical value of the 5th working example is shown in (((Table 13 14 and 15))). Each of these tables show respectively lens constitution an aspheric surface coefficient the interval that changes at the time of variable power etc. like the 2nd working example of the above.

[0052]

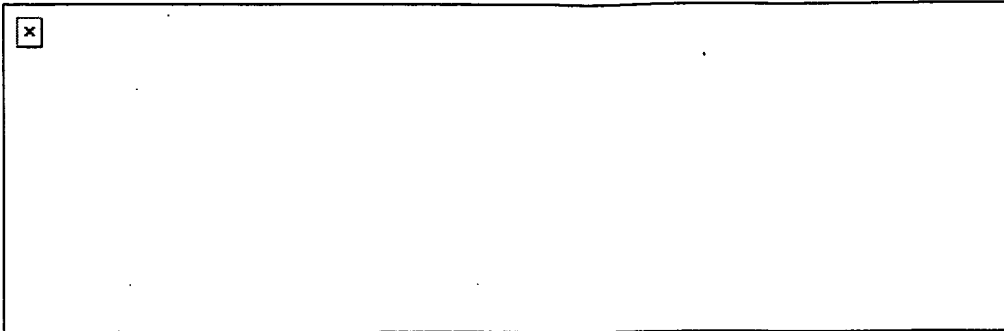
[Table 13]





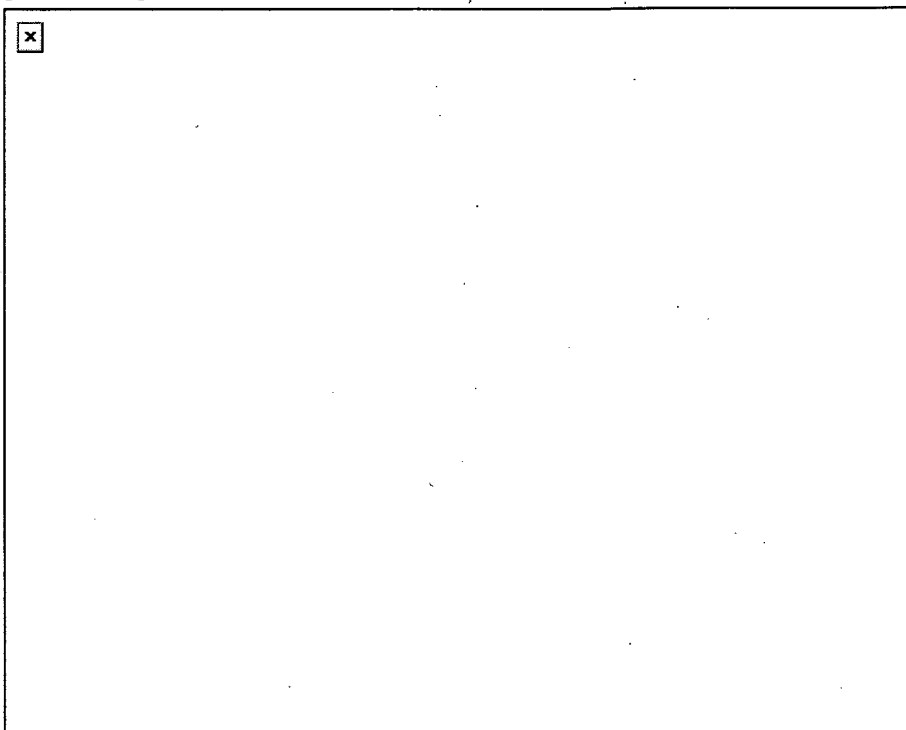
[0053]

[Table 14]



[0054]

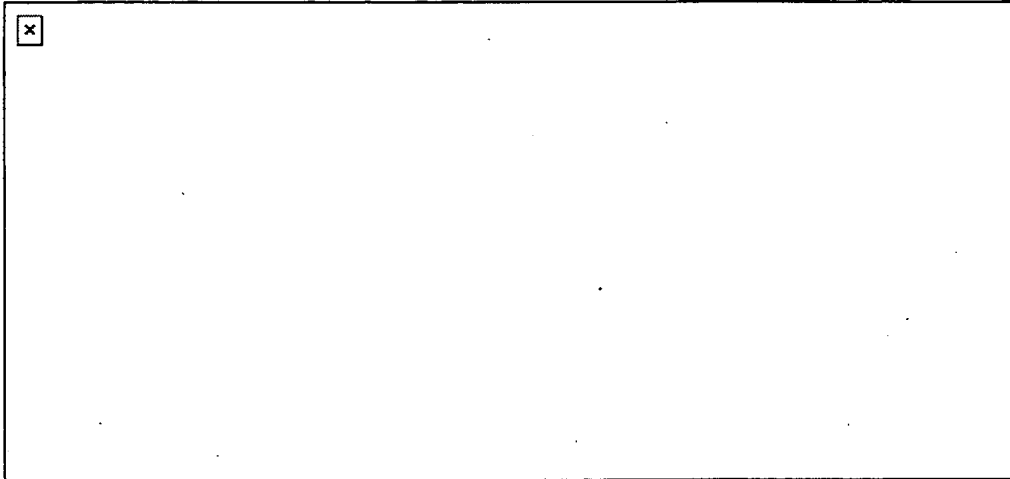
[Table 15]



[0055]The result of having calculated the value of each formula which gives said five conditions about the above five working example is shown in (Table 16). In (Table 16)the number of left end sequences shows the number of a conditional expressionand the sequence of the right-hand side shows a conditional expression. The sequence following it describes the value of a conditional expression about each working example.

[0056]

[Table 16]



[0057]The figure of 15 shown in drawing 20 from drawing 6 expresses several aberration calculated about 2 m of object distances respectively.

Drawing 8 corresponds to the 1st working example from drawing 6 drawing 11 corresponds to the 2nd working example from drawing 9 drawing 14 corresponds to the 3rd working example from drawing 12 drawing 17 corresponds to the 4th working example from drawing 15 and drawing 20 corresponds to the 5th working example from drawing 18.

in each figure -- (a) -- a spherical aberration and a sine condition and (b) -- astigmatism and (c) -- a distortion aberration and (d) -- an axis -- a top tone -- aberration and (e) are the graphs showing the chromatic aberration of magnification. A wide angle end a standard and several aberration in a tele edge are shown in order from the younger one of a number among three figures corresponding to each working example.

[0058]In the graph (a) of each figure a horizontal axis is expressed with the amount of gaps from the gauss image surface (mm) and a vertical axis expresses the pupil incidence quantity of an axial ray with the f number. The curve of a solid line expresses the spherical aberration about d line of a spectrum and the curve of a dotted line expresses a sine condition.

[0059]In the graph (b) of each figure W of a horizontal axis of the amount of gaps from the gauss image surface (mm) and a vertical axis is an incidence angle (degree) of the chief ray in an entrance pupil position. The curve of a solid line

expresses a sagittal image surface and the curve of a dotted line expresses a meridional image surface.

[0060] In the graph (c) of each figure a horizontal axis expresses a distortion rate (percent) and W of a vertical axis is an incidence angle (degree) of the chief ray in an entrance pupil position like [ a vertical axis ] a graph (b).

[0061] In the graph (d) of each figure like a graph (a) a horizontal axis is expressed with the amount of gaps from the gauss image surface (mm) and a vertical axis expresses the pupil incidence quantity of an axial ray with the f number. As for the curve of a dotted line the curve of a dashed line expresses [ line / whose curve of a solid line is a spectrum / d / F line ] an axis top chromatic aberration respectively about C line.

[0062] In the graph (e) of each figure W of a horizontal axis of the amount of gaps from the gauss image surface (mm) and a vertical axis is an incidence angle (degree) of the chief ray in an entrance pupil position like a graph (b). Each curve expresses the chromatic aberration of magnification respectively about a corresponding spectral line as well as a graph (d).

[0063] Next the composition of 3 board type video camera which uses the zoom lens of above-mentioned this invention is shown in drawing 21. In drawing 21 3 board type video camera of this invention The zoom lens 11 and the spatial frequency filter (crystal filter etc.) 12 The three color separation prisms 13a 13b and 13c and the three image sensors 14a 14b and 14c The signal processing part 15 which processes the signal from each image sensor the signal recording part 16 which records a video signal etc. on a recording medium and the image displays 17 such as a finder attached to the video camera are provided. It cannot be overemphasized that which zoom lens from the above 1st to the 5th working example may be used as the zoom lens 11 and a zoom ratio is high and can constitute 3 board type video camera of a wide field angle from a small light weight.

[0064]

[Effect of the Invention] As mentioned above this invention has prescribed that a

conditional expression [ in / for the refracting power of each lens group / the above (several 1) ] (1)(2)(3) and (4) are filled.

Therefore though it is small high-magnification-izing of a zoom ratio wide-field-angle-izing and large caliber ratio-ization (make the f number small) are attained. The 3rd lens group is used as the single lens using the glass whose Abbe number is 35 or less Or since the 3rd lens group is constituted from two lenses and it was made to fill said conditional expression (5) respectively it becomes possible to amend the chromatic aberration of magnification which remains without the ability of the influence of high-magnification-izing of a zoom ratio to amend by the 1st and 2nd lens groups by the 4th lens group. As a result the video camera using the highly efficient long zoom lens and it of the back focus which can insert a color separation optical system required for 3 board type video camera etc. which comprised lens number of sheets comparable as a conventional example is realizable.

[0065] The field angle of about 1.6 wide angle end is composed lens number of sheets comparable as the former though a zoom ratio fills high specification with a total field angle about 67 degrees compared with the former [ say / about 14 times ] and specifically the f number can realize the highly efficient zoom lens which has a long back focus. Though it is highly efficient by the feature of such a zoom lens of this invention realization of small and lightweight 3 board type video camera is possible.

[0066] The single lens using the high distribution glass whose Abbe number is 35 or less constitutes the 3rd lens group located near a diaphragm position so that said conditional expression (5) may be filled Or by constituting the 3rd lens group from two lenses so that said conditional expression (5) may be filled the \*\* to which the chromatic aberration of magnification is not changed to the light flux emitted from the 3rd lens group -- a convergent axis -- a top tone -- the divergence axis which can give aberration and is generated in the 4th lens group -- a top tone -- aberration is negated and it becomes possible to amend the chromatic aberration of magnification synthetically. here -- a convergent axis -- a

top tone -- the axis of the character as the chromatic aberration produced in a convex lens simple substance in which aberration is the same i.e. the character which the direction of the light of short wavelength converges further by refraction-- a top tone -- aberration is meant. what two lenses are used for in the case of the latter -- the same quantity of a convergent axis -- a top tone -- in order to give aberration the kind of glass which can be used increases and the degree of option spreads on the restriction and aberration compensation about the material on the processing method of an aspheric surface.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The lineblock diagram of the 1st working example of the zoom lens of this invention

[Drawing 2] The lineblock diagram of the 2nd working example of the zoom lens of this invention

[Drawing 3] The lineblock diagram of the 3rd working example of the zoom lens of this invention

[Drawing 4] The lineblock diagram of the 4th working example of the zoom lens of this invention

[Drawing 5] The lineblock diagram of the 5th working example of the zoom lens of this invention

[Drawing 6] The aberration figure showing several aberration in the wide angle end of the zoom lens of the 1st working example

[Drawing 7] The aberration figure showing several aberration in the standard of the zoom lens of the 1st working example

[Drawing 8] The aberration figure showing several aberration in the tele edge of the zoom lens of the 1st working example.

[Drawing 9] The aberration figure showing several aberration in the wide angle

end of the zoom lens of the 2nd working example

[Drawing 10]The aberration figure showing several aberration in the standard of the zoom lens of the 2nd working example

[Drawing 11]The aberration figure showing several aberration in the tele edge of the zoom lens of the 2nd working example

[Drawing 12]The aberration figure showing several aberration in the wide angle end of the zoom lens of the 3rd working example

[Drawing 13]The aberration figure showing several aberration in the standard of the zoom lens of the 3rd working example

[Drawing 14]The aberration figure showing several aberration in the tele edge of the zoom lens of the 3rd working example

[Drawing 15]The aberration figure showing several aberration in the wide angle end of the zoom lens of the 4th working example

[Drawing 16]The aberration figure showing several aberration in the standard of the zoom lens of the 4th working example

[Drawing 17]The aberration figure showing several aberration in the tele edge of the zoom lens of the 4th working example

[Drawing 18]The aberration figure showing several aberration in the wide angle end of the zoom lens of the 5th working example

[Drawing 19]The aberration figure showing several aberration in the standard of the zoom lens of the 5th working example

[Drawing 20]The aberration figure showing several aberration in the tele edge of the zoom lens of the 5th working example

[Drawing 21]The lineblock diagram of the video camera which uses the zoom lens of this invention

[Drawing 22]The lineblock diagram of the conventional zoom lens

[Description of Notations]

G1 : The 1st lens group

G1 a-c : Lens which constitutes the 1st lens group

G2 : The 2nd lens group

G2 a-c : Lens which constitutes the 2nd lens group  
G3 : the 3rd lens group  
G3a-c : Lens which constitutes the 3rd lens group  
G4 : The 4th lens group  
G4 a-c : Lens which constitutes the 4th lens group  
G525 : Glass plate equivalent to a color separation optical system  
G61226 : Spatial frequency filter  
S : diaphragm  
I27 : Image formation face  
11 : zoom lens  
13 a-c : Prism for color separation  
14 a-c : Image sensor  
15 : signal processing part  
16 : video-signal Records Department  
17 : image display  
21 : the 1st lens group of the conventional zoom lens  
22 : the 2nd lens group of the conventional zoom lens  
23 : the 3rd lens group of the conventional zoom lens  
24 : the 4th lens group of the conventional zoom lens

---



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-179206

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 15/16

13/18

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願平6-317096

(22) 出願日 平成6年(1994)12月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 荒井 昭浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 岡山 裕昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 小野 周佑

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

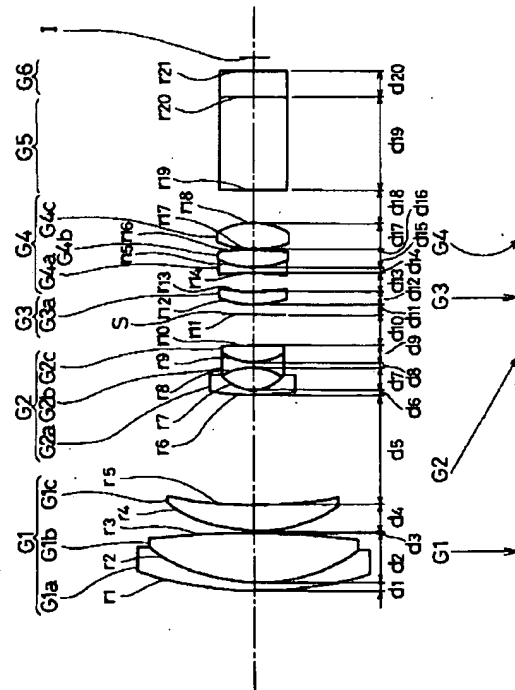
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラ

(57) 【要約】

【目的】 非球面を含む従来のビデオカメラ用ズームレンズと同程度の構成レンズ枚数で、ズーム比の高倍率化及び広画角化を実現する。

【構成】 物体側から順に、正の屈折力を持ち固定された第1レンズ群、負の屈折力を持ち変倍のため移動可能な第2レンズ群、開口絞り、正の屈折力を持ち固定された第3レンズ群、像位置の補正及びフォーカスのため移動可能な第4レンズ群で構成し、第1及び第2レンズ群の屈折力を適切な配分とし、開口絞り近傍に位置する第3レンズ群をアッベ数が3.5以下のガラスを用いた単レンズ又はそれと同等な色収差を発生させた2枚組のレンズとし、ズーム比の拡大による第1及び第2レンズ群だけでは補正困難な倍率色収差を、望遠端での全系の軸上色収差との兼ね合いで総合的に補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を持ち基準の像面位置に対して固定された第1レンズ群、負の屈折力を持ち光軸上を移動することにより変倍作用を有する第2レンズ群、開口絞り、基準の像面位置に対して固定され集光作用を有する正の屈折力を持った第3レンズ群、前記第2レンズ群の移動、及び物体の移動によって変動する像面を基準の像面位置から一定の位置を保つよ

$$(1) \quad 5.7 < f_1 / |f_2| < 6.2$$

$$(2) \quad 2.0 < f_1 / f_4 < 2.6$$

$$(3) \quad 1.7 < f_3 / f_4 < 2.9$$

$$(4) \quad 0.85 < BF / f_4 < 1.4$$

$$(5) \quad 18.0 < f_3 d / (f_3 C - f_3 F) < 35.0$$

を各々満足するズームレンズ。

【請求項2】 前記第3レンズ群は、アッペ数が3.5より小さい高分散ガラスを用い、少なくとも1面が非球面である単レンズで構成された請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記第3レンズ群は、凹レンズと、相対的にこの凹レンズより小さなアッペ数を有するガラスを用いた凸レンズとから成る2枚のレンズによって構成され、これら2枚のレンズの各面の内少なくとも1面が非球面である請求項1記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第2レンズ群及び前記第4レンズ群は、各々少なくとも1面の非球面を有する請求項2又は3記載のズームレンズ。

【請求項5】 請求項1から4のいずれかに記載したズームレンズと、色分解光学系と、撮像素子と、信号処理部と、信号記録部と、映像表示部とを具備するビデオカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ズーム比が大きく、かつ3板式ビデオカメラなどに用いられるバックフォーカスが長い特性を持ったズームレンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ビデオカメラの一層の小型化及び高画質化に伴い、ズームレンズに対しても小型・大口径比化のうえに、広画角化及びズーム比の高倍率化が要求されている。高画質化に有利な3板式ビデオカメラ用ズームレンズの小型化、高性能化をはかった例として、例えば、特願平6-138631号公報に示されたズームレンズの構成を図2.2に示す。

【0003】 図2.2に示すように、従来のズームレンズは、第1レンズ群2.1、第2レンズ群2.2、第3レンズ群2.3、第4レンズ群2.4、色分解光学系の光路長に相当するガラス平板2.5、水晶フィルターや撮像素子のフェースプレート等の光路長に相当するガラス平板2.6等

うに光軸上を移動する正の屈折力を持った第4レンズ群を具備し、 $f_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )を前記第*i*レンズ群の焦点距離、BFを像空間が空気であるときのレンズ最終面から像面までの距離、 $f_3 d$ 、 $f_3 C$ 及び $f_3 F$ を各々スペクトルのd線、C線及びF線に於ける第3レンズ群の焦点距離としたとき、

## 【数1】

を具備する。なお、2.7は像面である。第1レンズ群2.1は、正の屈折力を持ち、結像作用を有する固定されたレンズ群である。第2レンズ群2.2は、負の屈折力を持ち、光軸上を移動可能である。第3レンズ群2.3は、正の屈折力を持った非球面レンズで構成される固定されたレンズ群である。第4レンズ群2.4は、非球面を含む、正の屈折力を持ったレンズ群で、光軸上を移動可能である。

【0004】 次に、以上のように構成された従来のビデオカメラ用ズームレンズの動作を説明する。第1レンズ群2.1は結像作用を有する。第2レンズ群2.2は、光軸上を移動することにより、第1レンズ群が形成する像のリレー倍率を変え、変倍を行う。第3レンズ群2.3は、第2レンズ群2.2によって生じる虚像をリレーする作用を有する。第4レンズ群2.4は、結像作用を有し、光軸上を移動することにより、物体位置の変化に応じたフォーカス作用及び変倍時の像面位置の変動を補正する作用を有し、像面2.7を一定位置に保つ。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のズームレンズでは、画角が広角端で全画角60度前後、ズーム比は約10倍にすぎない。そのため、近年のビデオカメラ用ズームレンズに対する広画角化及びズーム比の高倍率化の要求にはもはや応えられないという問題を有していた。また、従来のズームレンズの設計手法により高画角化及びズーム比の高倍率化を図ろうとすると、レンズ全体が大型化したり、レンズ構成が複雑化するという問題を有していた。

【0006】 本発明は以上のような従来例の問題点を解決するためになされたものであり、広角端で全画角約67度、ズーム比約14倍を有しながら、従来例と同程度のレンズ枚数で構成された、3板式ビデオカメラ等に必要の色分解光学系を挿入できるバックフォーカスの長い高性能なズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を持ち基準の像面位置に対して固定された第1レンズ群、負の屈折力を持ち光軸上を移動することにより変倍作用を有する第2レンズ群、開口絞り、基準の像面位置に対して固定され集光作用を有する正の屈折力を持った第3レンズ群、前記第2レンズ群の移動、及び物体の移動によって変動する像面を基準の像面位置から一定の位置を保つように光軸上を移動する正の屈折力を持った第4レンズ群を具備し、 $f_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )を前記第*i*レンズ群の焦点距離、 $B_F$ を像空間が空気であるときのレンズ最終面から像面までの距離、 $f_3d$ 、 $f_3C$ 及び $f_3F$ を各々スペクトルのd線、C線及びF線に於ける第3レンズ群の焦点距離として前記(数1)を満足する。

【0008】上記構成において、前記第3レンズ群は、アッペ数が3.5より小さい高分散ガラスを用い、少なくとも1面が非球面である単レンズで構成されたことが好ましい。

【0009】または、上記構成において、前記第3レンズ群は、凹レンズと、相対的にこの凹レンズより小さなアッペ数を有するガラスを用いた凸レンズとから成る2枚のレンズによって構成され、これら2枚のレンズの各面の内少なくとも1面が非球面であることが好ましい。

【0010】また、上記各構成において、前記第2レンズ群及び前記第4レンズ群は、各々少なくとも1面の非球面を有することが好ましい。

【0011】一方、本発明のビデオカメラは、上記各構成のいずれかを有するズームレンズと、色分解光学系と、撮像素子と、信号処理部と、信号記録部と、映像表示部とを具備する。

【0012】

【作用】以上のように構成された本発明のズームレンズによれば、各レンズ群の屈折力を前記(数1)における条件式(1)、(2)、(3)及び(4)を満たすように規定しているので、小型でありながらズーム比の高倍率化、広画角化及び大口径比化(Fナンバーを小さくする事)が可能になる。さらに、第3レンズ群をアッペ数が3.5以下のガラスを用いた単レンズとし、または、第3レンズ群を2枚のレンズで構成し、各々前記条件式(5)を満たすようにしたので、ズーム比の高倍率化の影響により第1及び第2レンズ群で補正しきれずに残存する倍率色収差を、第4レンズ群で補正することが可能となる。その結果、従来例と同程度のレンズ枚数で構成された、3板式ビデオカメラ等に必要な色分解光学系を挿入できるバックフォーカスの長い高性能なズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラを実現することができる。

【0013】前記条件式(1)は、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力の比を規定する。これは、必要なズー

ム比である1.4倍を確保しつつ広角端の広画角化及びレンズ全体の小型化を目的とし、全系を通した収差補正を困難にしないために必要な条件である。上限を超えると、負の屈折力を有する第2レンズ群の屈折力が強くなりすぎ、全系のペッツバル和を小さくすることが困難となる。また、下限を超えると、第2レンズ群の移動可能範囲が狭くなり、ズーム比の確保が困難となる。

【0014】前記条件式(2)は、第1レンズ群の屈折力を規定する。これは、結像レンズである第4レンズ群の焦点距離 $f_4$ を前記条件式(4)に基づいて決めた場合、必要なFナンバーを確保しつつレンズ全長を短くするのに必要な条件である。上限を超えると、レンズ全長がいたずらに長くなる。また、下限を超えると、必要なFナンバーが確保できなくなる。

【0015】前記条件式(3)は、第3レンズ群の屈折力を規定する。これは、必要なバックフォーカスを確保しつつ良好な収差補正を行うのに必要な条件である。上限を超えると、第1、第2及び第3レンズ群を通したレンズ系が発散系になるため、第4レンズ群の有効径を大きくしなければならない。また、下限を超えると、第3レンズ群から出射する光束の収束度が大きくなり、必要なバックフォーカスを確保するために第4レンズ群の負レンズの屈折力を増加させなければならず、全系のペッツバル和を小さくすることが困難となる。

【0016】前記条件式(4)は、必要とするバックフォーカスの長さで第4レンズ群の焦点距離を規定する。上限を超えると、第4レンズ群の負レンズの屈折力を増大させなければならず、ペッツバル和を小さくすることが困難となる。また、下限を超えると、前記条件式(1)、(2)及び(3)と相まって、レンズ全長をいたずらに増加させる。

【0017】一般に、変倍時に大きく移動するレンズ群は、そのレンズ群単体で色収差が補正されている必要があるが、各レンズ群毎に完全に色収差を補正することは困難である。そのため、望遠端では第1レンズ群に残存する軸上色収差が変倍部である第2レンズ群により拡大される。また、望遠端と広角端との中間の変倍領域では、光束が第1及び第2レンズ群の周辺部を通るため、倍率色収差が残存することになる。ズーム比を大きく取ると、望遠端での軸上色収差を第1及び第2レンズ群で総合的に補正しなければならず、倍率色収差はこれらのレンズ群では十分に補正することが困難となる。このような場合、一般には開口絞りに対して反対側にあるレンズ群の光軸から離れた場所を光束が通過するように、レンズ群を配置することが考えられる。つまり、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔を十分に広げることである。そうすると、第4レンズ群はより大きな有効径を必要とし、ズームレンズの小型化を阻害する。そこで、本発明のズームレンズでは、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔は広げず、第4レンズ群で発散性の色収差を出すこと

により、絞りを挟んで反対側に位置する第1及び第2レンズ群で生じる倍率色収差を打ち消す方法を採用した。ここで、発散性の色収差とは、凹レンズ単体で生じる色収差と同様の性質、即ち、屈折により短い波長の光の方がより一層発散する性質の色収差を意味する。

【0018】絞り位置付近に位置する第3レンズ群を、前記条件式(5)を満たすように、アッペ数が3.5以下の高分散ガラスを用いた単レンズによって構成し、または、第3レンズ群を、前記条件式(5)を満たすように、2枚のレンズで構成することにより、第3レンズ群から出射する光束に対して倍率色収差を変化させずに、収束性の軸上色収差を与えることができ、第4レンズ群で発生する発散性の軸上色収差を打ち消し、総合的に倍率色収差を補正することが可能となる。ここで、収束性の軸上色収差とは、凸レンズ単体で生じる色収差と同様の性質、即ち、屈折により短い波長の光の方がより一層収束する性質の軸上色収差を意味する。なお、後者の場合、レンズを2枚使うことにより同じ量の収束性軸上色収差を与えるため、使用できるガラスの種類が増え、非球面の加工方法上での材料に関する制限や収差補正の上で、選択の自由度が広がる。

【0019】

【実施例】以下、本発明のズームレンズの好適な第1から第5の実施例について図面及び表を参照しながら詳しく説明する。なお、第1の実施例は、第3レンズ群をアッペ数が3.5以下の高分散ガラスを用いた単レンズによって構成した例であり、第2から第5の実施例は、第3レンズ群を2枚のレンズで構成した例である。

【0020】(第1の実施例)図1に本発明のズームレンズの第1の実施例の構成を示す。図1において、G1は正の屈折力持ち基準の像面位置に対して固定された第1レンズ群、G2は負の屈折力を有し、光軸上を移動可能な第2レンズ群、Sは開口絞り、G3は正の屈折力を持ち基準の像面位置に対して固定された第3レンズ群、G4は正の屈折力を持ち、光軸上を移動可能な第4レンズ群、G5は色分解光学系、G6はフェースプレート、Iは像面である。ここで、色分解光学系G5は、光束を赤、緑、青の3原色に分離する光学系であるが、同図においては、その光学系の光路長に相当するガラス平板として示す。また、フェースプレートG6は、水晶フィルター及び撮像素子のフェースプレート等を含んだ光路長のガラス平板で示している。

【0021】次に各レンズ群の構成、レンズ配置及び各レンズ群の動作について説明する。図1において、第1レンズ群G1は3枚のレンズG1a、G1b、G1cにより構成され、結像作用を有するレンズ群である。レンズG1aは、曲率半径 $r_1$ 、 $r_2$ 、中心厚 $d_1$ を有する凹メニスカスレンズである。レンズG1bは、曲率半径 $r_2$ 、 $r_3$ 、中心厚 $d_2$ を有する凸レンズである。レンズG1a及びG1bは接合されている。d3はレンズG

1bとレンズG1cとの間の空気間隔である。レンズG1cは、曲率半径 $r_4$ 、 $r_5$ 、中心厚 $d_4$ を有する凸メニスカスレンズであり、物体側に凸面を向けて配置される。d5は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔であり、変倍時には間隔が変化する。

【0022】第2レンズ群G2は、3枚のレンズG2a、G2b、G2cにより構成され、第1レンズ群G1により形成される像をリレーし、光軸上を移動する事により変倍作用を有するレンズ群である。レンズG2aは、曲率半径 $r_6$ 、 $r_7$ 、中心厚 $d_6$ を有する凹メニスカスレンズであり、第1レンズ群側に凸面を向けている。d7は、レンズG2aとレンズG2bとの間の空気間隔である。レンズG2bは、頂点曲率半径 $r_8$ の非球面と、 $r_9$ 、中心厚 $d_8$ を有する凹レンズである。レンズG2cは、曲率半径 $r_9$ 、 $r_{10}$ 、中心厚 $d_9$ を有する凸レンズである。レンズG2bとレンズG2cは接合されている。r11は、絞りSの面を示し、平面である。d10は、第2レンズ群G2と絞りSとの間の空気間隔で、変倍時には間隔が変化する。d11は、絞りSと第3レンズ群G3との間の空気間隔である。

【0023】第3レンズ群G3は、単レンズG3aで構成され、第1及び第2レンズ群によって生じる虚像をリレーする作用を有するレンズ群である。レンズG3aは、頂点曲率半径 $r_{12}$ 、 $r_{13}$ の2つの非球面と、中心厚 $d_{12}$ を有する。また、このレンズにアッペ数が2.5、4のガラスを用いることにより、前述のような収束性の色収差を発生し、総合的に倍率色収差を補正することに役立つ。d13は、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔であり、フォーカス動作時及び変倍時に間隔が変化する。

【0024】第4レンズ群G4は、3枚のレンズG4a、G4b、G4cで構成され、結像作用を持ち、物体へのフォーカス動作時及び、変倍時に光軸上を移動して像面位置を一定位置に保つ作用を有する。レンズG4aは、曲率半径 $r_{14}$ 、 $r_{15}$ 、中心厚 $d_{14}$ を有する凹レンズである。レンズG4bは、曲率半径 $r_{15}$ 、頂点曲率半径 $r_{16}$ の非球面、中心厚 $d_{15}$ を有する凸レンズである。レンズG4a及びG4bは接合されている。d16は、レンズG4bとG4cとの間の空気間隔である。レンズG4cは、曲率半径 $r_{17}$ 、 $r_{18}$ 、中心厚 $d_{17}$ を有する凸レンズである。d18は、第4レンズ群G4と色分解光学系G5との間の空気間隔であり、第4レンズ群G4の移動に伴い変化する。r19、r20、r21は色分解光学系G5及びフェースプレートG6の各面を示し、これらは平面である。d19、d20は、これらガラス平板G5及びG6の面間隔である。

【0025】次に第1の実施例について、その具体的な数値例を(表1)に示す。

【0026】

【表1】

群	面	r	d	n	$\nu$
G 1	1	54.610	1.200	1.84666	23.9
	2	25.960	7.300	1.60311	60.7
	3	-142.000	0.200		
	4	21.490	3.950	1.67790	55.5
	5	58.338	可変		
G 2	6	58.338	0.700	1.77250	49.6
	7	6.000	3.388		
	8	-8.642	0.800	1.66547	55.2
	9	8.000	2.600	1.80518	25.5
	10	-85.700	可変		
S	11	$\infty$	1.500		
G 3	12	15.999	2.000	1.80518	25.4
	13	40.118	可変		
G 4	14	-38.309	0.800	1.84666	23.9
	15	13.205	2.700	1.67790	55.3
	16	-28.507	0.100		
	17	17.789	3.800	1.51633	64.1
	18	-10.820	可変		
G 5	19	$\infty$	14.000	1.58913	61.2
G 6	20	$\infty$	3.900	1.51633	64.1
	21	$\infty$			

【0027】（表1）において、左から1列目の数は図1に示したG1からG6までのレンズ群を示す数であり、2列目の数jは、同図に示した曲率半径rj（j=1から21）に対応する各面の番号である。また、続く列に示すrは曲率半径、dは面間隔、nは各レンズのスペクトルのd線に対する屈折率、 $\nu$ は各レンズのd線に対するアッベ数である。非球面形状は、次の（数2）で

定義され、各非球面に関する円錐定数及び各非球面係数の値を（表2）に示す。なお、（表2）において、左から1列目の数は、（表1）の面番号に対応する非球面の面番号である。

【0028】

【数2】

$$Z = \frac{CY^2}{1 + \{1 - (K+1)C^2Y^2\}^{1/2}} + Y^4 + EY^6 + FY^8 + GY^{10}$$

ここで、C：頂点曲率（＝1／r）

K：円錐定数

D，E，F，G：非球面係数

Y：原点を非球面頂点に、Z軸を光軸上に取り、

Y-Z直交座標系を設定したときの非球面上  
の各点のY座標

Z：非球面上の各点のZ座標

【0029】

【表2】

画	K	D	E	F	G
8	$2.44209 \times 10^{-1}$	$9.09600 \times 10^{-5}$	$3.54726 \times 10^{-6}$	$-6.27173 \times 10^{-7}$	$1.82732 \times 10^{-8}$
12	0.00000	$6.18384 \times 10^{-5}$	$-5.17194 \times 10^{-7}$	$5.78504 \times 10^{-8}$	$3.81249 \times 10^{-10}$
13	0.00000	$1.41807 \times 10^{-4}$	$-3.92222 \times 10^{-7}$	$7.23564 \times 10^{-8}$	$6.22783 \times 10^{-10}$
16	0.00000	$1.81849 \times 10^{-4}$	$1.79384 \times 10^{-7}$	$1.03585 \times 10^{-8}$	$1.51758 \times 10^{-10}$

【0030】次に、変倍時における第2レンズ群G2の移動と、それに伴う第4レンズ群G4の移動により変化する面間隔について説明する。図1において、各レンズ群の下部に示した曲線は、広角端から望遠端へ変倍するときの各レンズ群の軌跡を表す。第1及び第3レンズ群G1及びG3は固定され、第4レンズ群G4は最初は第2レンズ群G2の移動にともない第3レンズ群G3に近づき、その後再び離れて行く。

【0031】変倍時に変化するこれらの面間隔の具体的

な数値と、ズームレンズの焦点距離、Fナンバー及び半画角を、物体位置2mについて、広角端、標準、望遠端に関して計算したものを（表3）に示す。（表3）から明らかなように、Fナンバーは1.65、ズーム比は13.8、画角は全画角で67.1度が得られている。ここで言う標準とは、第2レンズ群による像のリレー倍率が1倍となる第2レンズ群の位置を言う。

【0032】

【表3】

	広角端	標準	望遠端
f (mm)	3. 8 8 0	2 6. 3 7 9	5 3. 5 7 9
F / NO	1. 6 5 1	2. 0 4 4	1. 8 7 0
画角(度)	3 3. 5 5	5. 1 5	2. 5 5
d 5	0. 7 0 0	1 6. 4 6 0	2 0. 0 0 0
d 1 0	2 0. 3 4 3	4. 5 8 3	1. 0 4 3
d 1 3	6. 5 9 3	2. 7 3 8	5. 2 8 2
d 1 8	1. 0 0 7	4. 8 6 2	2. 3 1 8

【0033】（第2の実施例）次に、本発明のズームレンズの好適な第2の実施例の構成を図2に示す。なお、上記第1の実施例と共通する部分の説明は省略し、第1の実施例と異なる点についてのみ、その構成を説明する。また、その動作については、以下に示す各実施例すべて第1の実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0034】図2において、第3レンズ群G3は、絞りS側から順に、アッペ数55.2のガラスを用いた凹レンズG3aと、アッペ数35.9のガラスを用いた凸レンズG3bで構成され、正の屈折力を持ち、前述の条件(5)を満たすような収束性の色収差を発生する作用を有する。凹レンズG3aは、頂点曲率半径r12の非球面、曲率半径r13、中心厚d12を有する凹メニスカスレンズであり、絞りS側に凸面を向けている。凸レン

ズG3bは、曲率半径r13、r14、中心厚d13を有する。これら2枚のレンズG3a及びG3bは接合されている。d14は、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔であり、前述の第1の実施例と同様に、変倍時及びフォーカス動作時に変化する。なお、図2において、第4レンズ群G4の構成は、第1の実施例と同様であるが、各面の面番号は1づつずれている。

【0035】第2の実施例の具体的数値に関し、レンズ構成を（表4）に、非球面係数を（表5）に、前述の（表1）及び（表2）と同じ形式で示す。また、変倍時に変化する間隔等を前述の（表3）と同じ形式で（表6）に示す。

【0036】

【表4】

群	面	r	d	n	$\nu$
G 1	1	54.610	1.200	1.84666	23.9
	2	25.960	7.300	1.60311	60.7
	3	-142.000	0.200		
	4	21.490	3.950	1.67790	55.5
	5	58.338	可変		
G 2	6	58.338	0.700	1.77250	49.6
	7	6.000	3.388		
	8	-8.642	0.800	1.66547	55.2
	9	8.000	2.600	1.80518	25.5
	10	-85.700	可変		
S	11	$\infty$	1.500		
G 3	12	15.420	0.800	1.66547	55.2
	13	7.369	3.000	1.62096	35.9
	14	66.741	可変		
G 4	15	88.414	0.800	1.84666	23.9
	16	9.696	2.700	1.51450	63.1
	17	-39.546	0.100		
	18	15.637	3.800	1.51633	64.1
	19	-10.820	可変		
G 5	20	$\infty$	14.000	1.58913	61.2
G 6	21	$\infty$	3.900	1.51633	64.1
	22	$\infty$			

【0037】

【表5】

面	K	D	E	F	G
8	$2.44209 \times 10^{-1}$	$9.09600 \times 10^{-5}$	$3.54726 \times 10^{-6}$	$-6.27173 \times 10^{-7}$	$1.82732 \times 10^{-8}$
12	0.00000	$6.32391 \times 10^{-5}$	$-4.32164 \times 10^{-7}$	$-1.54031 \times 10^{-8}$	$5.47953 \times 10^{-10}$
17	0.00000	$1.91730 \times 10^{-4}$	$1.53196 \times 10^{-6}$	$-7.05676 \times 10^{-9}$	$8.69680 \times 10^{-10}$

【0038】

【表6】



	広角端	標準	望遠端
$f$ (mm)	3. 8 8 0	2 6. 6 5 5	5 3. 7 7 1
$F / NO$	1. 6 3 9	2. 0 0 3	1. 8 7 5
画角(度)	3 3. 5 5	5. 1 0	2. 5 5
$d_5$	0. 7 0 0	1 6. 4 6 0	2 0. 0 0 0
$d_{10}$	2 0. 3 4 3	4. 5 8 3	1. 0 4 3
$d_{13}$	5. 5 9 3	1. 6 5 2	4. 2 7 3
$d_{18}$	1. 0 0 7	4. 9 4 8	2. 3 2 7

【0039】（第3の実施例）次に、本発明のズームレンズの好適な第3の実施例の構成を図3に示す。なお、図3に示す第3の実施例の構成は上記第2の実施例とほぼ同様の構成であるため、その説明を省略する。第3の実施例の具体的数値を（表7）、（表8）及び（表9）

に示す。なお、これらの各表は、上記第2の実施例と同様に各々、レンズ構成、非球面係数、変倍時に変化する間隔等を示す。

【0040】

【表7】

群	面	r	d	n	$\nu$
G 1	1	54.610	1.200	1.84666	23.9
	2	25.960	7.300	1.60311	60.7
	3	-142.000	0.200		
	4	21.490	3.950	1.67790	55.5
	5	58.338	可変		
G 2	6	58.338	0.700	1.77250	49.6
	7	6.000	3.388		
	8	-8.642	0.800	1.66547	55.2
	9	8.000	2.600	1.80518	25.5
	10	-85.700	可変		
S	11	$\infty$	1.500		
G 3	12	17.109	0.800	1.66547	55.2
	13	8.500	3.000	1.68893	31.1
	14	55.776	可変		
G 4	15	322.618	0.800	1.84666	23.9
	16	9.196	2.700	1.51450	63.1
	17	-25.480	0.100		
	18	15.948	3.800	1.51633	64.1
	19	-10.820	可変		
G 5	20	$\infty$	14.000	1.58913	61.2
G 6	21	$\infty$	3.900	1.51633	64.1
	22	$\infty$			

【0041】

【表8】

面	K	D	E	F	G
8	$2.44209 \times 10^{-1}$	$9.09600 \times 10^{-5}$	$3.54726 \times 10^{-6}$	$-6.27173 \times 10^{-7}$	$1.82732 \times 10^{-8}$
12	0.00000	$-8.25091 \times 10^{-5}$	$-5.42935 \times 10^{-7}$	$7.88517 \times 10^{-9}$	$-2.55984 \times 10^{-10}$
17	0.00000	$1.58554 \times 10^{-4}$	$1.28103 \times 10^{-6}$	$9.65087 \times 10^{-9}$	$3.90189 \times 10^{-10}$

【0042】

【表9】

	広角端	標準	望遠端
$f$ (mm)	3. 880	26. 604	53. 647
$F/N\phi$	1. 639	1. 997	1. 870
画角(度)	33. 52	5. 11	2. 55
$d_5$	0. 700	16. 460	20. 000
$d_{10}$	20. 343	4. 583	1. 043
$d_{13}$	5. 193	1. 286	4. 281
$d_{18}$	1. 007	4. 914	2. 319

【0043】（第4の実施例）次に、本発明のズームレンズの好適な第4の実施例を図4に示す。なお、上記第2の実施例の構成と共通する部分についてはその説明を省略し、異なる部分についてのみ、その構成を説明する。

【0044】図4において、第3レンズ群G3は、絞りS側から順に、アッベ数34. 0のガラスを用いた凸レンズG3aと、アッベ数55. 5のガラスを用いた凹レンズG3bとで構成され、正の屈折力を持ち、前述と同様の収束性の色収差を発生する。凸レンズG3aは、頂

点曲率半径 $r_{12}$ の非球面、曲率半径 $r_{13}$ 、中心厚 $d_{12}$ を有する。凹レンズG3bは、曲率半径 $r_{13}$ 、 $r_{14}$ 、中心厚 $d_{13}$ を有する。これら2枚のレンズG3a及びG3bは接合されている。

【0045】第4の実施例の具体的な数値を（表10）、（表11）及び（表12）に示す。なお、これらの各表は、上記第2の実施例と同様に各々、レンズ構成、非球面係数、変倍時に変化する間隔等を示す。

【0046】

【表10】

群	面	r	d	n	$\nu$
G 1	1	45.927	1.200	1.84666	23.9
	2	23.810	7.200	1.60311	60.7
	3	-258.414	0.200		
	4	21.623	4.200	1.67790	55.5
	5	67.283	可変		
G 2	6	67.283	0.800	1.77250	49.6
	7	5.860	3.402		
	8	-9.477	0.800	1.66547	55.2
	9	6.763	2.800	1.80518	25.5
	10	291.397	可変		
S	11	$\infty$	1.500		
G 3	12	19.660	2.500	1.68906	34.0
	13	-20.101	0.800	1.67790	55.5
	14	-306.205	可変		
G 4	15	-233.543	0.800	1.84666	23.9
	16	10.039	2.700	1.51450	63.1
	17	-30.013	0.100		
	18	15.397	3.700	1.51633	64.1
	19	-10.387	可変		
G 5	20	$\infty$	13.000	1.58913	61.2
G 6	21	$\infty$	3.900	1.51633	64.1
	22	$\infty$			

【0047】

【表11】

面	K	D	E	F	G
8	0.00000	$-3.58504 \times 10^{-6}$	$4.90455 \times 10^{-7}$	$-3.25453 \times 10^{-7}$	$-3.18054 \times 10^{-9}$
12	0.00000	$-7.29770 \times 10^{-5}$	$-1.99143 \times 10^{-7}$	$2.47107 \times 10^{-8}$	$-1.01793 \times 10^{-9}$
17	0.00000	$2.15686 \times 10^{-4}$	$2.31771 \times 10^{-6}$	$3.68424 \times 10^{-8}$	$4.98116 \times 10^{-11}$

【0048】

【表12】

	広角端	標準	望遠端
f (mm)	3. 880	25. 717	53. 571
F / NO	1. 640	1. 988	1. 786
画角(度)	33. 65	5. 28	2. 54
d 5	0. 700	15. 400	18. 720
d 10	19. 020	4. 320	1. 000
d 13	5. 593	1. 833	4. 302
d 18	1. 007	4. 767	2. 298

【0049】（第5の実施例）次に、本発明のズームレンズの好適な第5の実施例を図5に示す。なお、上記第2の実施例の構成と共通する部分については、その説明を省略し、異なる部分についてのみ、その構成を説明する。

【0050】図5において、第3レンズ群G3は、絞りS側から順に、アッベ数55. 2のガラスを用いた凹レンズG3aと、アッベ数35. 9のガラスを用いた凸レンズG3bとで構成され、これら2枚のレンズG3aとG3bとが空気間隔を隔てて構成されている点が、第2の実施例と異なる。凹レンズG3aは、頂点曲率半径r12の非球面、曲率半径r13、中心厚d12を有す

る。d13はレンズG3aとG3bの空気間隔である。凸レンズG3bは、曲率半径r14、r15、中心厚d14を有する。d15は第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の空気間隔であり、これ以降、結像面Iに至る構成は第2の実施例と同様である。なお、図5において、各面の番号は一つずつ増えている。

【0051】第5の実施例の具体的な数値を（表13）、（表14）及び（表15）に示す。なお、これらの各表は、上記第2の実施例と同様に各々、レンズ構成、非球面係数、変倍時に変化する間隔等を示す。

【0052】

【表13】

群	面	r	d	n	$\nu$
G 1	1	54.813	1.200	1.84666	23.9
	2	26.925	7.300	1.60311	60.7
	3	-178.070	0.200		
	4	23.110	3.950	1.67790	55.5
	5	62.981	可変		
G 2	6	48.530	0.700	1.77250	49.6
	7	6.073	3.388		
	8	-8.548	0.800	1.66547	55.2
	9	8.392	2.600	1.80518	25.5
	10	-54.886	可変		
S	11	$\infty$	1.500		
G 3	12	16.000	0.800	1.66547	55.2
	13	9.856	0.500		
	14	10.651	2.500	1.62096	35.9
	15	74.483	可変		
G 4	16	151.256	0.800	1.84666	23.9
	17	11.487	2.700	1.51450	63.1
	18	-30.993	0.100		
	19	18.413	3.800	1.51633	64.1
	20	-11.200	可変		
G 5	21	$\infty$	14.000	1.58913	61.2
G 6	22	$\infty$	3.900	1.51633	64.1
	23	$\infty$			

【0053】

【表14】

面	K	D	E	F	G
8	$2.44209 \times 10^{-1}$	$1.15105 \times 10^{-4}$	$2.82975 \times 10^{-6}$	$-4.28637 \times 10^{-7}$	$9.54408 \times 10^{-9}$
12	0.00000	$-7.24059 \times 10^{-5}$	$-3.17396 \times 10^{-7}$	$4.65382 \times 10^{-8}$	$-1.50342 \times 10^{-9}$
17	0.00000	$1.72261 \times 10^{-4}$	$1.31489 \times 10^{-6}$	$1.99943 \times 10^{-8}$	$-1.12580 \times 10^{-11}$

【0054】

【表15】

	広角端	標準	望遠端
f (mm)	3. 8 8 0	2 6. 6 7 8	5 3. 6 0 7
F / NO	1. 6 4 7	2. 0 0 9	1. 8 7 6
画角(度)	3 3. 5 7	5. 1 1	2. 5 7
d 5	0. 7 5 0	1 7. 7 5 0	2 1. 5 0 0
d 1 0	2 1. 7 5 0	4. 7 5 0	1. 0 0 0
d 1 4	5. 7 9 3	2. 0 5 4	4. 4 2 6
d 1 8	1. 0 0 7	4. 7 4 6	2. 3 7 4

【0055】以上の5つの実施例について、前記5つの条件を与える各式の値を求めた結果を(表16)に示す。なお、(表16)において、左端の列の数は、条件式の番号を示し、その右側の列は、条件式を示す。それ

に続く列は、各実施例について条件式の値を記したものである。

【0056】

【表16】

	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
1	$f1/ f2 $	5. 8 5	5. 8 5	5. 8 5	6. 0 5	5. 8 1
2	$f1/f4$	2. 2 8	2. 2 8	2. 2 8	2. 1 5	2. 3 9
3	$f3/f4$	2. 2 2	2. 4 4	2. 3 1	1. 8 2	2. 6 9
4	$BF/f4$	1.00~1.27	1.02~1.29	1.01~1.29	0.94~1.20	1.02~1.28
5	$f3d/(f3C-f3F)$	2 5. 3	2 3. 1	2 0. 1	2 6. 5	2 6. 5

【0057】図6から図20に示す15の図は、それぞれ物体距離2mについて計算した諸収差を表すものであり、図6から図8は第1の実施例に対応し、図9から図11は第2の実施例に対応し、図12から図14は第3の実施例に対応し、図15から図17は第4の実施例に対応し、図18から図20は第5の実施例に対応する。各図において、(a)は球面収差及び正弦条件、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差、(d)は軸上色収差、(e)は倍率色収差を表すグラフである。また、各実施例に対応する3つの図のうち、番号の若い方から順に、広角端、標準、望遠端における諸収差を示す。

【0058】各図のグラフ(a)において、横軸はガウス像面からのずれ量(mm)、縦軸は軸上光線の瞳入射高をFナンバーで表したものである。実線の曲線は、ス

ペクトルのd線に関する球面収差を表し、点線の曲線は正弦条件を表す。

【0059】各図のグラフ(b)において、横軸はガウス像面からのずれ量(mm)、縦軸のWは入射瞳位置での主光線の入射角(度)である。また、実線の曲線はサジタル像面を表し、点線の曲線はメリジオナル像面を表す。

【0060】各図のグラフ(c)において、横軸は歪率(パーセント)を表し、縦軸はグラフ(b)と同様に、縦軸のWは入射瞳位置での主光線の入射角(度)である。

【0061】各図のグラフ(d)において、グラフ(a)と同様に、横軸はガウス像面からのずれ量(mm)、縦軸は軸上光線の瞳入射高をFナンバーで表す。

実線の曲線はスペクトルのd線について、点線の曲線はF線について、破線の曲線はC線について、各々軸上色収差を表す。

【0062】各図のグラフ(e)において、グラフ(b)と同様に、横軸はガウス像面からのずれ量(m)、縦軸のWは入射瞳位置での主光線の入射角(度)である。各曲線はグラフ(d)と同様に、対応するスペクトル線について、各々倍率色収差を表す。

【0063】次に、上記本発明のズームレンズを使用した3板式ビデオカメラの構成を図21に示す。図21において、本発明の3板式ビデオカメラは、ズームレンズ11と、空間周波数フィルター(水晶フィルター等)12と、3つの色分解プリズム13a、13b、13cと、3つの撮像素子14a、14b、14cと、各撮像素子からの信号を処理する信号処理部15と、映像信号等を記録媒体に記録する信号記録部16と、ビデオカメラに取り付けられたファインダー等の映像表示部17を具備する。なお、ズームレンズ11として上記第1から第5の実施例までのいずれのズームレンズを用いてもよく、小型軽量で、ズーム比が高く、広画角の3板式ビデオカメラが構成できることは言うまでもない。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、各レンズ群の屈折力を前記(数1)における条件式(1)、(2)、(3)及び(4)を満たすように規定しているので、小型でありながらズーム比の高倍率化、広画角化及び大口径比化(Fナンバーを小さくする事)が可能になる。さらに、第3レンズ群をアッペ数が35以下のガラスを用いた単レンズとし、または、第3レンズ群を2枚のレンズで構成し、各々前記条件式(5)を満たすようにしたので、ズーム比の高倍率化の影響により第1及び第2レンズ群で補正しきれずに残存する倍率色収差を、第4レンズ群で補正することが可能となる。その結果、従来例と同程度のレンズ枚数で構成された、3板式ビデオカメラ等に必要な色分解光学系を挿入できるバックフォーカスの長い高性能なズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラを実現することができる。

【0065】具体的には、Fナンバーが約1.6、広角端の画角が全画角で約67度、ズーム比が約1.4倍といった、従来に比べ高い仕様を満たしながらも、従来と同程度の構成レンズ枚数で、長いバックフォーカスを有する高性能なズームレンズを実現することができる。また、そのような本発明のズームレンズの特徴により、高性能でありながら小型、軽量の3板式ビデオカメラの実現が可能である。

【0066】また、絞り位置付近に位置する第3レンズ群を、前記条件式(5)を満たすように、アッペ数が35以下の高分散ガラスを用いた単レンズによって構成し、または、第3レンズ群を、前記条件式(5)を満たすように、2枚のレンズで構成することにより、第3レ

ンズ群から出射する光束に対して倍率色収差を変化させずに、収束性の軸上色収差を与えることができ、第4レンズ群で発生する発散性の軸上色収差を打ち消し、総合的に倍率色収差を補正することが可能となる。ここで、収束性の軸上色収差とは、凸レンズ単体で生じる色収差と同様の性質、即ち、屈折により短い波長の光の方がより一層収束する性質の軸上色収差を意味する。なお、後者の場合、レンズを2枚使うことにより同じ量の収束性軸上色収差を与えるため、使用できるガラスの種類が増え、非球面の加工方法上での材料に関する制限や収差補正の上で、選択の自由度が広がる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズームレンズの第1の実施例の構成図

【図2】本発明のズームレンズの第2の実施例の構成図

【図3】本発明のズームレンズの第3の実施例の構成図

【図4】本発明のズームレンズの第4の実施例の構成図

【図5】本発明のズームレンズの第5の実施例の構成図

【図6】第1の実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図

【図7】第1の実施例のズームレンズの標準における諸収差を示す収差図

【図8】第1の実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図

【図9】第2の実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図

【図10】第2の実施例のズームレンズの標準における諸収差を示す収差図

【図11】第2の実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図

【図12】第3の実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図

【図13】第3の実施例のズームレンズの標準における諸収差を示す収差図

【図14】第3の実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図

【図15】第4の実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図

【図16】第4の実施例のズームレンズの標準における諸収差を示す収差図

【図17】第4の実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図

【図18】第5の実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図

【図19】第5の実施例のズームレンズの標準における諸収差を示す収差図

【図20】第5の実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図

【図21】本発明のズームレンズを使用したビデオカメラの構成図

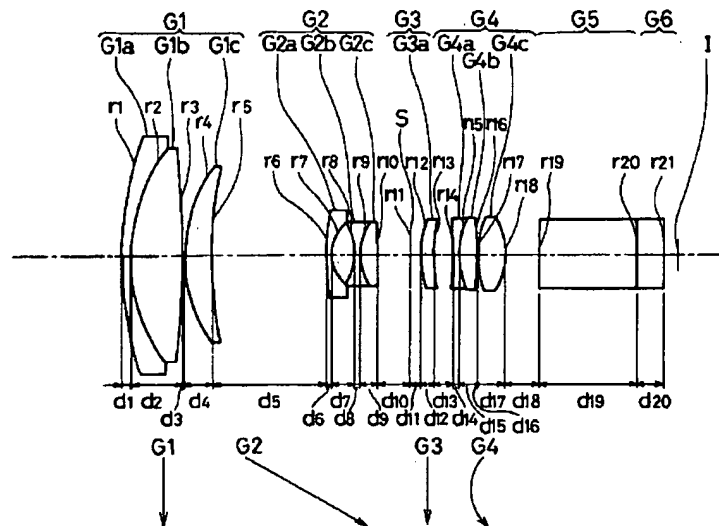
【図22】従来のズームレンズの構成図



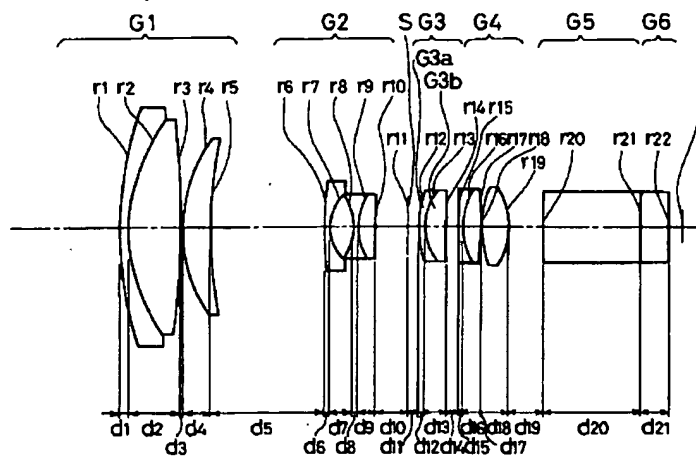
## 【符号の説明】

G 1	: 第1レンズ群	1 1	: ズームレンズ
G 1 a ~ c	: 第1レンズ群を構成するレンズ	1 3 a ~ c	: 色分解用プリズム
G 2	: 第2レンズ群	1 4 a ~ c	: 撮像素子
G 2 a ~ c	: 第2レンズ群を構成するレンズ	1 5	: 信号処理部
G 3	: 第3レンズ群	1 6	: 映像信号記録部
G 3 a ~ c	: 第3レンズ群を構成するレンズ	1 7	: 映像表示部
G 4	: 第4レンズ群	2 1	: 従来のズームレンズの第1レンズ群
G 4 a ~ c	: 第4レンズ群を構成するレンズ	2 2	: 従来のズームレンズの第2レンズ群
G 5、2 5	: 色分解光学系に相当するガラス平板	2 3	: 従来のズームレンズの第3レンズ群
G 6、1 2、2 6	: 空間周波数フィルター	2 4	: 従来のズームレンズの第4レンズ群
S	: 絞り		
I、2 7	: 結像面		

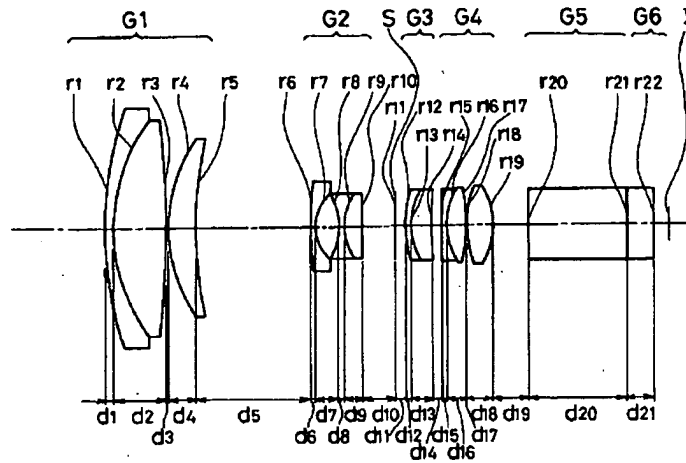
【図1】



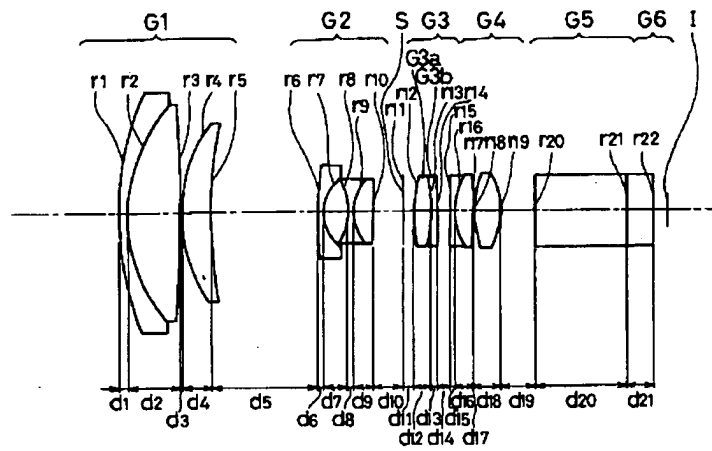
【図2】



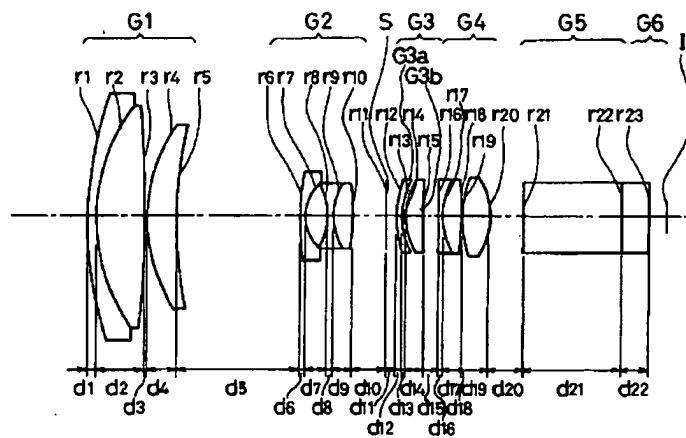
【図3】



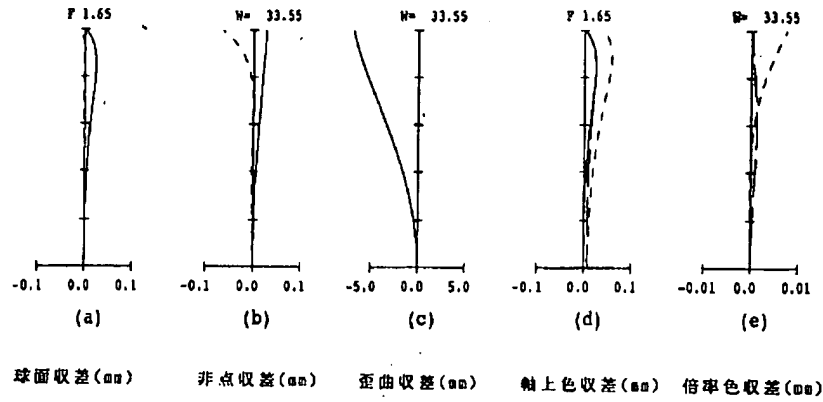
【図4】



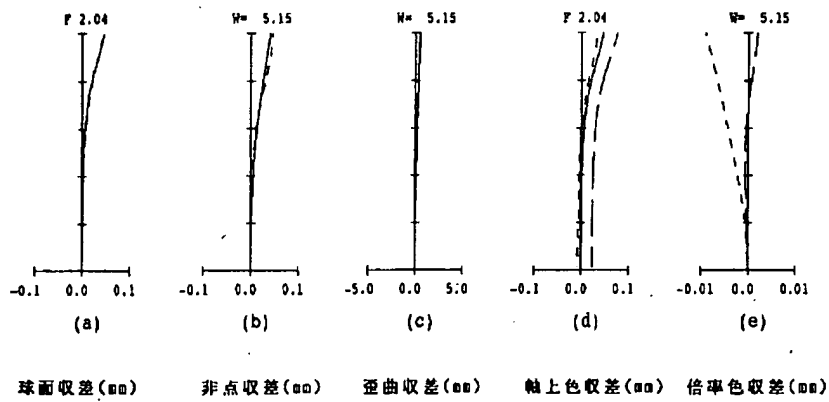
【図5】



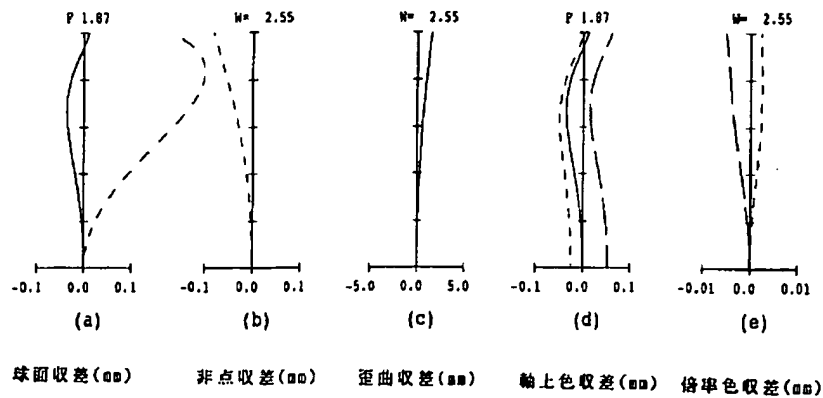
【図6】



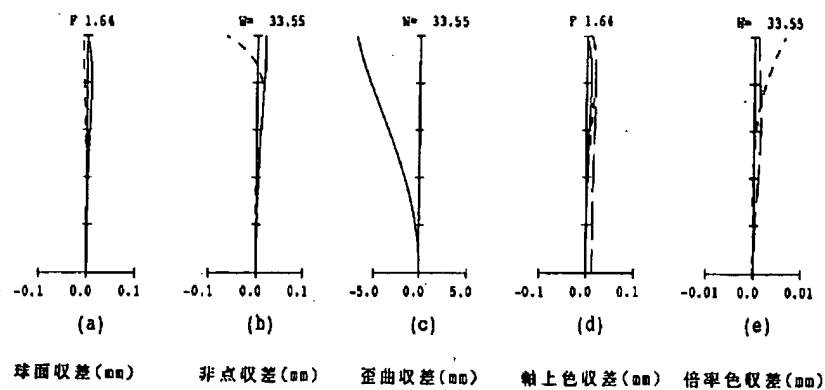
【図7】



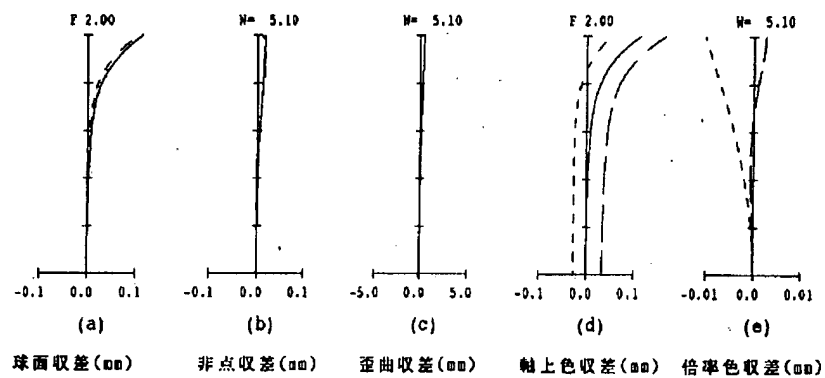
【図8】



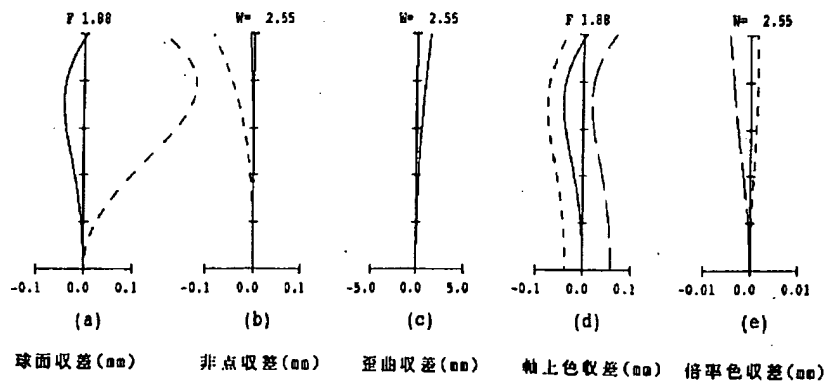
【図9】



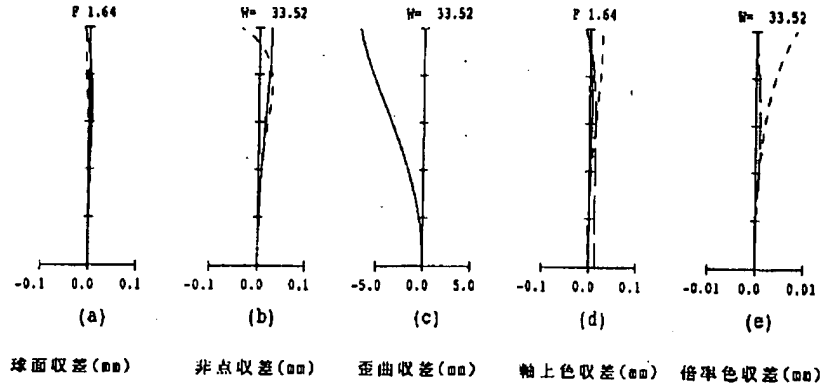
【図10】



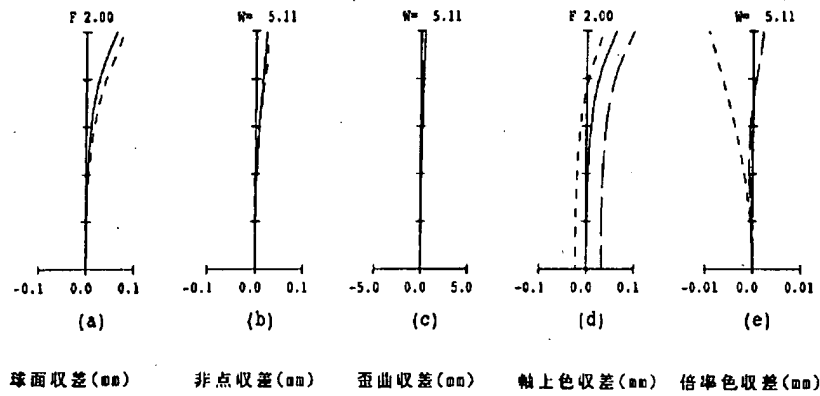
【図11】



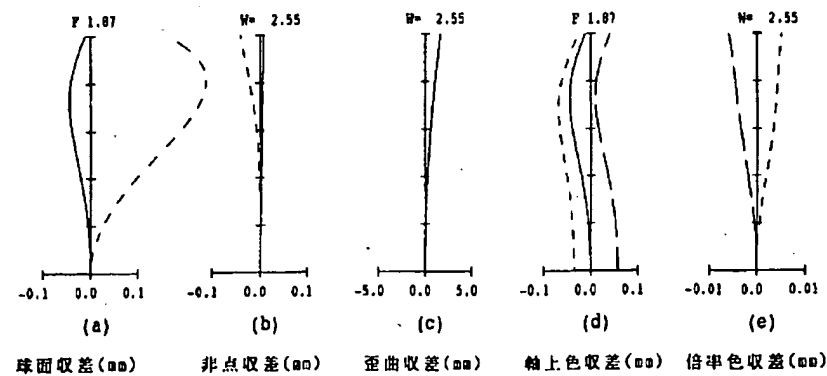
【図12】



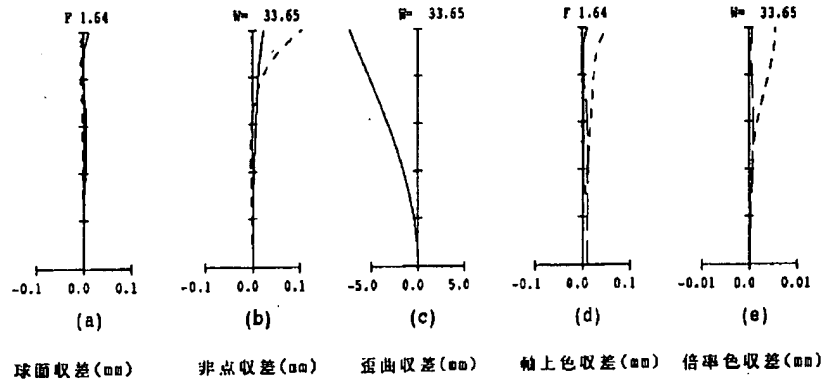
【図13】



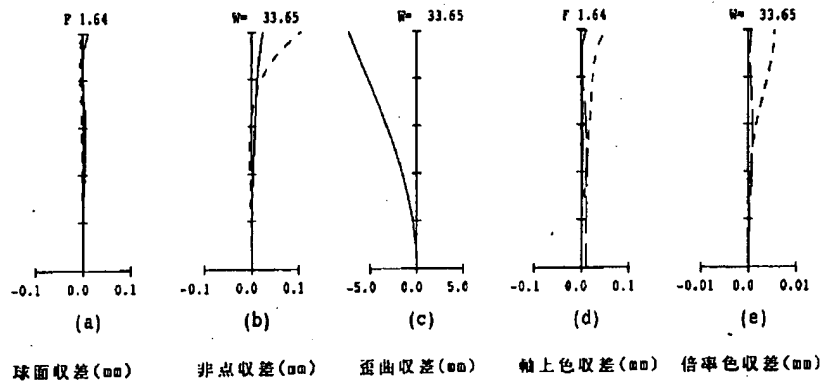
【図14】



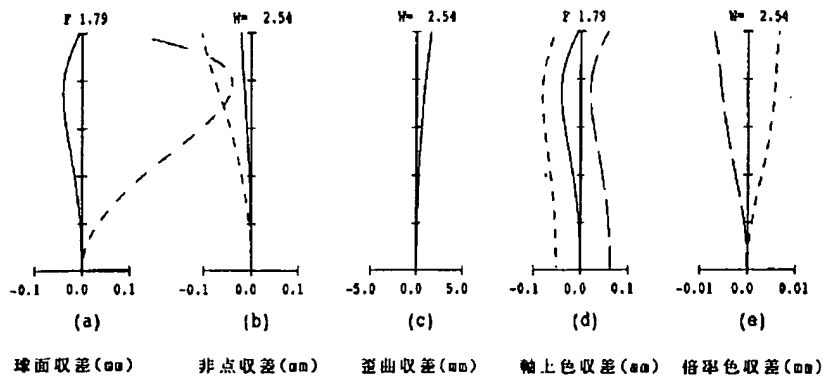
【図15】



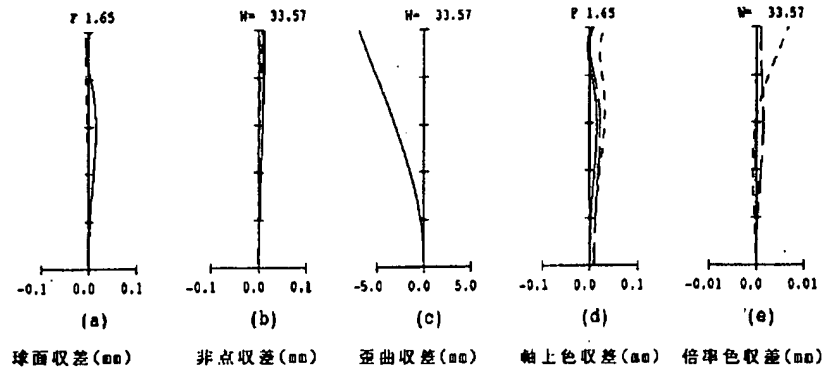
【図16】



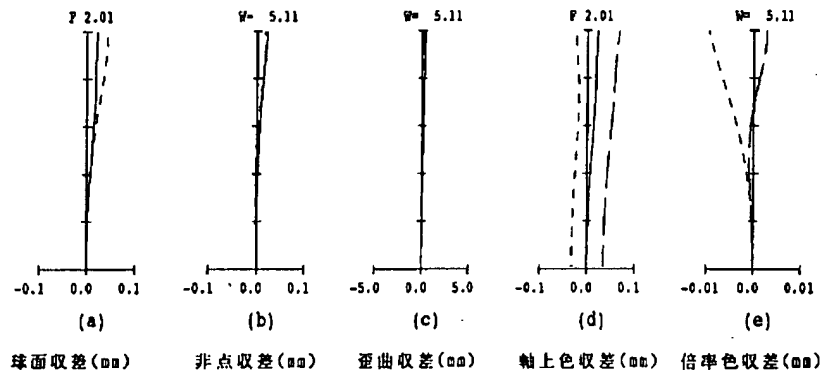
【図17】



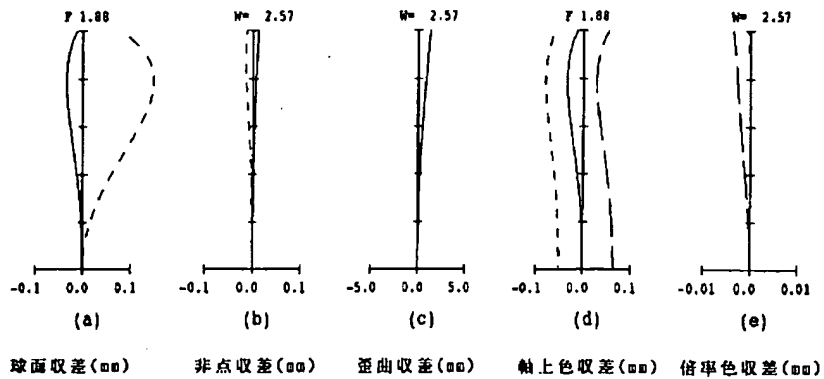
【図18】



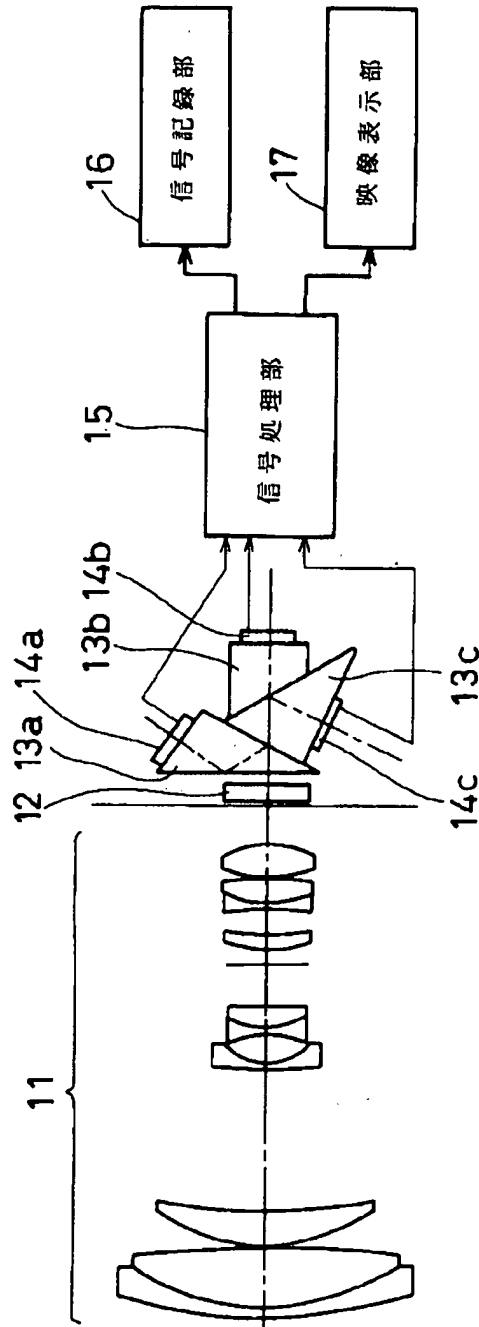
【図19】



【図20】

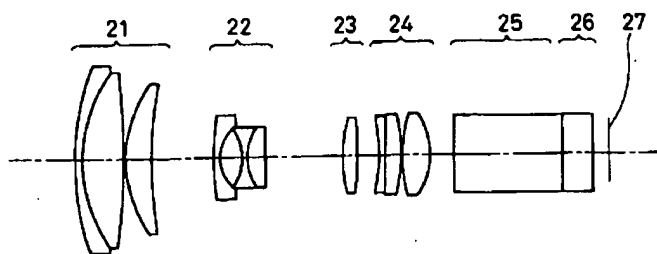


【図21】





【図22】



---

フロントページの続き

(72)発明者 伊井 寿幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内